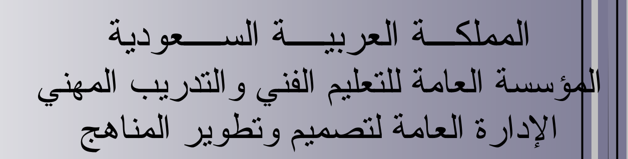




الاتصالات

أساسيات الاتصالات - عملي

١٣١ تصل





مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " أساسيات الاتصالات - عملي " لمتدربي تخصص " الاتصالات " للكليات التقنية على موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا البرنامج.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

إن الاتصالات تصنع تاريخ الإنسانية في هذه الحقبة التي نعيشها وبمعدل يفوق التصور. إن التقدم الهائل لتكنولوجية الاتصالات حولت العالم إلى قرية صغيرة، حيث أصبح الخبر الذي كان يستغرق نقله من قارة لأخرى شهوراً، أصبح ينقل الآن أثناء وقوعه في التو واللحظة. احتاج خبر وفاة نابليون بونابرت في جزيرة سنت هيلانة عام ١٨٢١م إلى شهر كامل ليصل إلى أوروبا.

ثورة الاتصالات التي نعيشها نتاج إنساني لكنها تميزت وستتغير ببيئة الإنسان بمعدل ١٨٠ درجة في كل المجالات: من البحث العلمي إلى الحروب ومن التعليم إلى الاقتصاد.

أصبح في مقدور مستشفى في الرياض أن يجري عملية جراحية لمريض بمشاركة وإشراف أشهر بروفيسور في هيوستن بالولايات المتحدة الأمريكية، ولم تعد هناك ضرورة لنقل ذلك المريض إلى هناك، فالطب الاتصالي، أصبح فرعاً من تخصصات الطب الحديثة. والمعارك العسكرية التي وقعت في أرض العراق، أو على سماء صربيا أديرت من بعد يزيد عن ١٥ ألف كيلو متر في الولايات المتحدة الأمريكية، بل إن جنود المشاة أو طاقم الدبابة المقاتلة: يتصل مباشرة عبر الأقمار الصناعية بقيادته المباشرة أو المركزية التي يمكن أن تقع في أي نقطة في المعمورة.

والمدرسة بمفهومها التقليدي: طلاب وفصل ودرس على وشك أن تصبح جزءاً من التاريخ. عصر المعلومات الذي أحدثته ثورة الاتصالات يزيح المدرسة عن عرشها التقليدي كمصدر أول للمعرفة، ويحول العالم كله إلى مدرسة واحدة لتبادل المعارف والخبرات والمعلومات، بل إن الكتاب الورقي الذي يمثل عماد العملية التعليمية والثقافية منذ اختراع جوتنبرغ للمطبعة في القرن الخامس عشر لن يصمد أكثر من عقد أمام الكتاب الإلكتروني.

وفي عالم الاقتصاد بدأت تتشكل ملامح ما يسمى بالاقتصاد الرقمي (Digital Economy) القائم على تقنية الاتصال. فإحصاءات برنامج الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (الاتتكاد) تشير إلى أن قيمة المعادلات التجارية والاقتصادية الإلكترونية بلغت ١٢٠٠ مليار دولار في عام ٢٠٠٠ أي أنها زادت بمعدل ١٢٣٤% خلال سبع سنوات التي سبقت عام ٢٠٠٠ وهي مدة لا تساوي شيئاً في عمر التاريخ وهي في ازدياد رهيب.

وفي عالم المعاملات اليومية للمواطن والمقيم في المملكة العربية السعودية مع الجهات الحكومية تم استحداث ما يسمى "الاستمارة الذكية" حيث يتم تحويل "حقوق" المعاملات عن طريق الصرافة الآلية مباشرة إلى الجهات المعنية مما يساعد هذه الجهات على تقديم خدمات سريعة للأشخاص مما يجنبهم الطوابير الطويلة وهذا كله نتيجة تقدم الاتصالات واستغلال الجانب الإيجابي منها.

أعتقد أن السؤال الذي يطرح نفسه بالرغم من التقدم الهائل والخدمات الرائعة التي يقدمها ميدان الاتصالات البشرية هو: ما هي الآفاق المستقبلية للاتصالات اللاسلكية؟ لا شك أن الأبحاث جارية والنتائج ستكون مدهشة لأن هناك أفكار جديدة مطروحة الآن، فالهواتف الجوالة على سبيل المثال يمكن تزويدها بخدمة تحديد مواقع شبيهة بـ GPS وهذا بكل بساطة يعني انتهاء مشاكل الضياع في الشوارع بالنسبة للصغار والكبار على حد سواء لأنه يمكن الحصول على خرائط آنية للطريق بين نقطتين. كذلك يمكن استخدام هذه الخدمة من أجل ملاحقة الأطفال في الشارع من طرف أسرهم وتسليط عليهم المراقبة والمتابعة من حيث لا يدرون.

كما سيتم تطوير تقنيات تستخدم المستشعرات اللاسلكية (Sensors) لمتابعة نشاطات أجسام المرضى وكبار السن، وإرسال تنبيهات لاسلكية فورية لمراكز الإسعاف عند حصول أي طارئ.

نحن إذن إزاء عالم جديد يعاد تشكيله بسرعة فائقة غير مسبوقة في التاريخ ومن ثم لا يكفي أن نأخذ موقف المتفرج المستهلك في هذا العالم بل المشارك والفاعل والخطوة الأولى لتحقيق ذلك أن نفهم صيرورة التغيير السريع في هذا العالم وهذا لن يتحقق إلا بواسطة العمل الجاد و المتواصل لقوله عز وجل "وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون" وكذلك إتقان العمل لقول الحبيب المصطفى صلى الله عليه وسلم "إن الله يحب أحدكم إذا عمل عملاً أن يتقنه".

من خلال هذه الحقيبة المنهجية الموجهة إلى طلبة كليات الاتصالات بالمملكة العربية السعودية نقدم مقرر أساسيات الاتصالات - عملي بأسلوب مبسط ومنهجي مع مراعاة التوضيحات اللازمة من خلال اتباع طريقة إعطاء أمثلة كل بند وهذا يساعد المتدرب بشكل إيجابي على استيعاب هذا المقرر بإذن الله وكذلك اللجوء إلى الأشكال لتقريب المدلول أكثر مع تبيان الميدان التطبيقي وذلك لإجراء الربط بين ما يعطى في المحاضرات والواقع.

تتضمن الحقيبة خمسة فصول. يقدم الفصل الأول منها مدخلاً إلى الاتصالات الإلكترونية، ثم يعطي الفصل الثاني والثالث التضمين السعة (الاتساع) استقبال وإرسال. أما الفصل الرابع يتناول الأنظمة المختلفة لتضمين السعة التضمين الزاري. ونختم هذه الحقيبة بالفصل الخامس الذي يشمل تضمين التردد وتضمين الطور.

بالإضافة إلى الأمثلة المحلولة خلال كل باب من أبواب هذه الحقيبة ، هناك تمارين في نهاية كل باب أعدت بطريقة منهجية تغطي بصورة شاملة محتوى كل فصل والتي بدون شك أنها ستعزز فهم المتدرب للموضوعات النظرية المطروحة، وقد جرى وضع كتيب خاص يتضمن تجارب العملي. وتشمل الحقيبة أيضاً قائمة ببعض المراجع الأساسية باللغتين العربية والإنجليزية، ومعجماً بالمصطلحات الإنجليزية وترجمتها باللغة العربية، بالإضافة إلى كتيب يشمل حل التمارين المقترحة في نهاية كل باب وهذا موجه لمدرب المقرر.

والله نسأل أن يكون هذا الجهد منفعة لأبناء المسلمين وقوة لهم .



أساسيات الاتصالات - عملي

مقدمة في نظم الاتصالات

مقدمة في نظم الاتصالات

١

الوحدة الأولى: مقدمة في نظم الاتصالات

رقم التجربة ١

اسم التجربة التعرف على برنامج COM3LAB

- **الهدف من التجربة:**

في هذه التجربة يتم التعرف على برنامج (COM3LAB) وكيفية الدخول عليه.

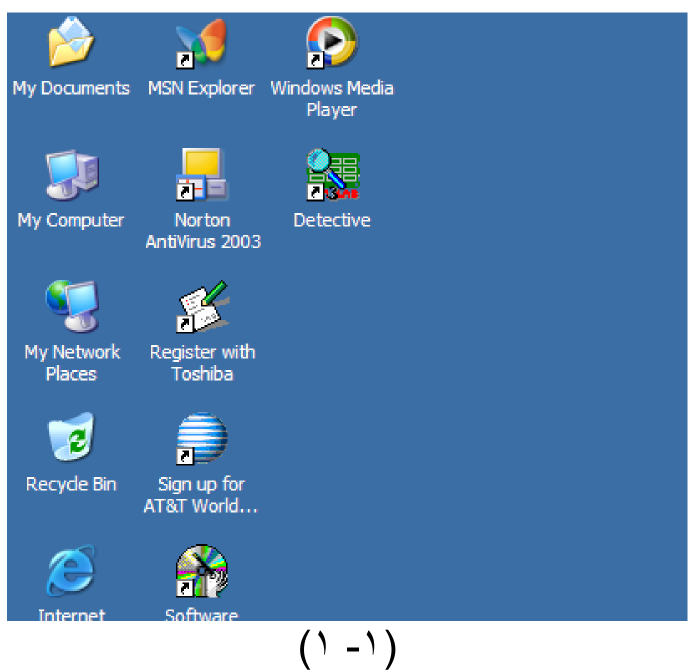
- **الشرح:**

خلال هذه التجربة سوف يتم التعرف على:

١. كيفية تشغيل برنامج COM3LAB.
٢. التعرف على أجزاء برنامج COM3LAB.
٣. كيفية إنهاء برنامج COM3LAB.

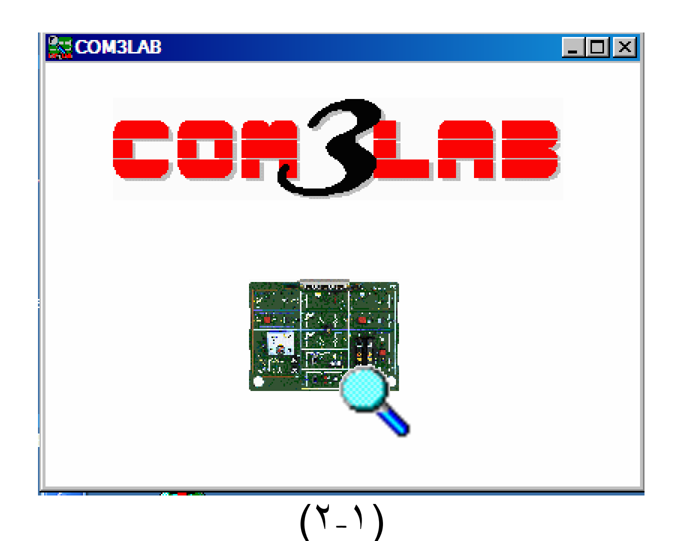
- **خطوات التجربة:**

١. على سطح المكتب اضغط على اختصار البرنامج، وهو باسم DETICTIVE انظر الشكل (١-١).



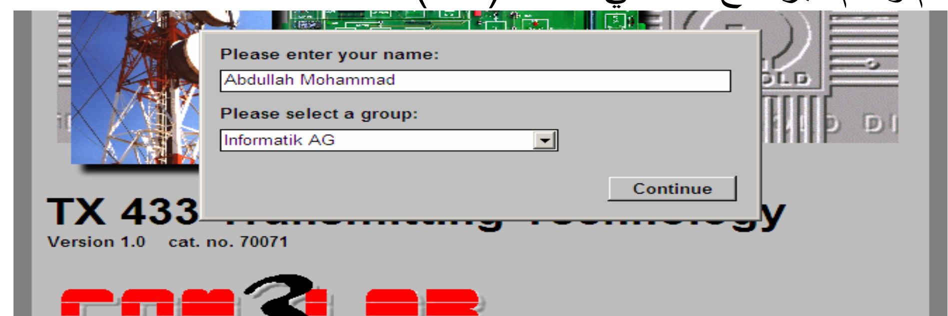
(١ -١)

٢. بعدها سوف تتحول الشاشة إلى البحث كما في الشكل (١-٢).



(٢-١)

٣. أدخل الاسم واسم البرنامج، كما في الشكل (١-٣).



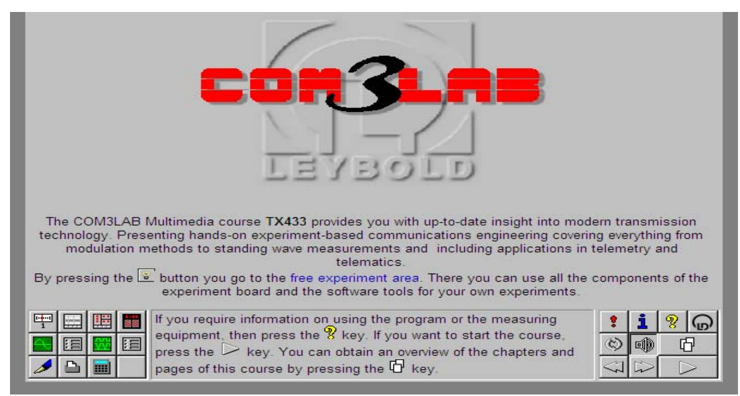
(٣-١)

٤. قم بالضغط على زر (continue) كما في الشكل (١-٤).

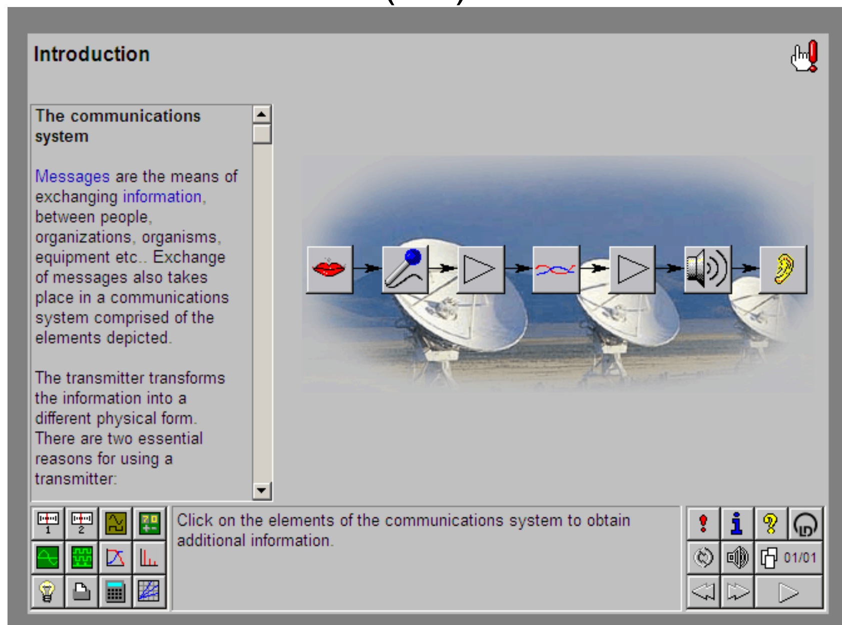


(٤-١)

٥. قم بالضغط على زر continue كما في الشكل (١-٥)،(١-٦).



(١-٥)



(١-٦)

٦. قم بالضغط على الزر 'Feel free to experiment around' كما في الشكل (١-٧).



(١- ٧)

٧. وبعدها سوف يظهر لك الشاشة التي سوف يتم من خلالها إجراء التجارب كما في الشكل(١-٨)

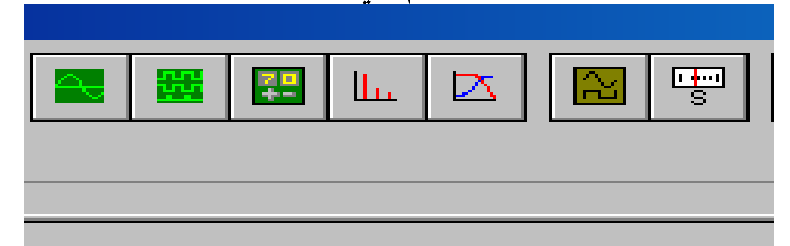


(١- ٨)

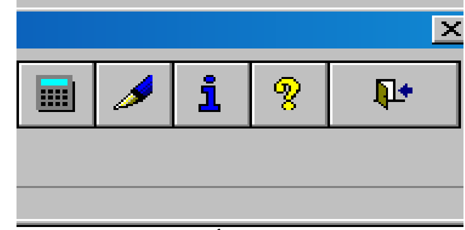
- و يحتوي الشريط الخاص بالبرنامج على:



شريط التحكم في الكارت



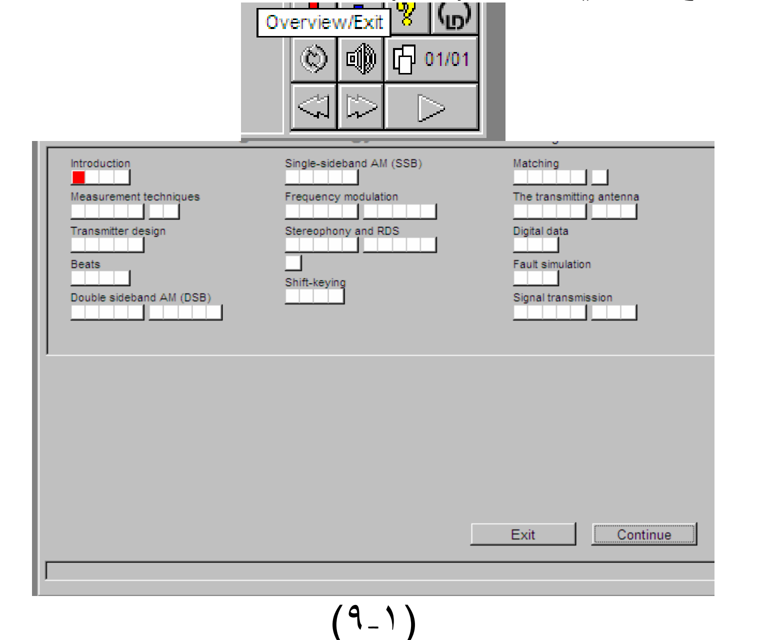
شريط الأجهزة



شريط الأدوات

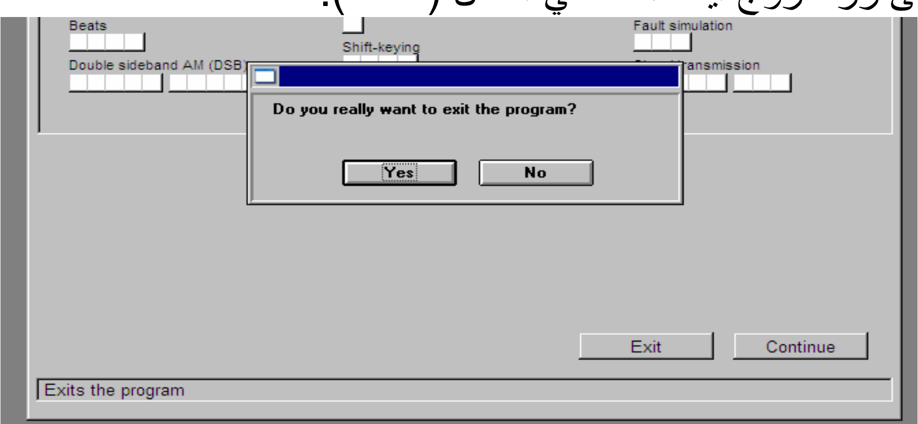
- **الخطوات لإنهاء البرنامج هي:**

١. اضغط على زر خروج كما في الشكل (١-٩).



(١-٩)

٢. اضغط على زر خروج أيضا، كما في الشكل (١-١٠).



(١-١٠)

٣. ثم اضغط على زر نعم كما في الشكل (١-١٠) لإكمال الخروج من البرنامج.

٤. قم بإغلاق وحدة COM3LAB التي تحتوي على الكارت.

٥. قم بإغلاق جهاز الحاسب.

رقم التجربة ٢

اسم التجربة التعرف على الأجهزة

- **الهدف من التجربة:**

في هذه التجربة يتم التعرف على الأجهزة التي سوف يتم التعامل معها من خلال هذا المقرر.

- **الشرح:**

خلال هذه التجربة سوف يتم التعرف على الأجهزة الآتية:

أولا: جهاز (Oscilloscope)

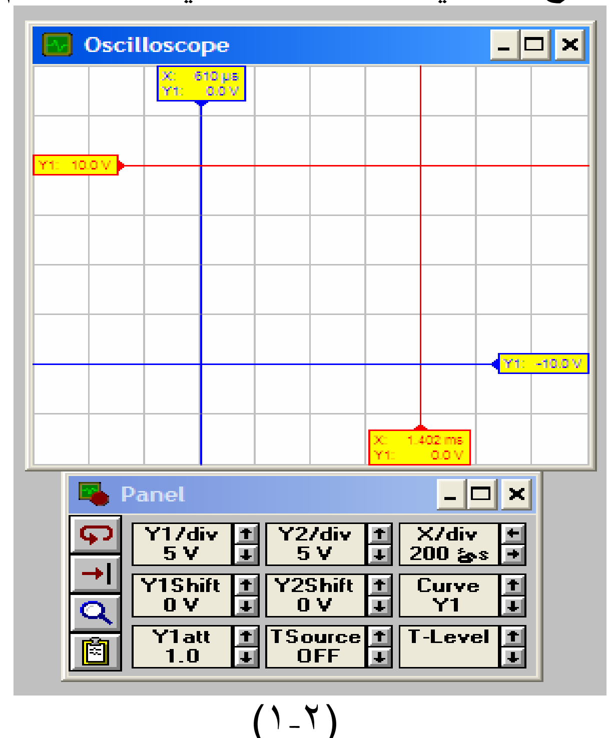
- وظيفة هذا الجهاز: إظهار العلاقة بين الإشارة ومحور الزمن.

- عند تشغيل الجهاز، سوف يظهر لنا أنه عبارة عن جزأين:

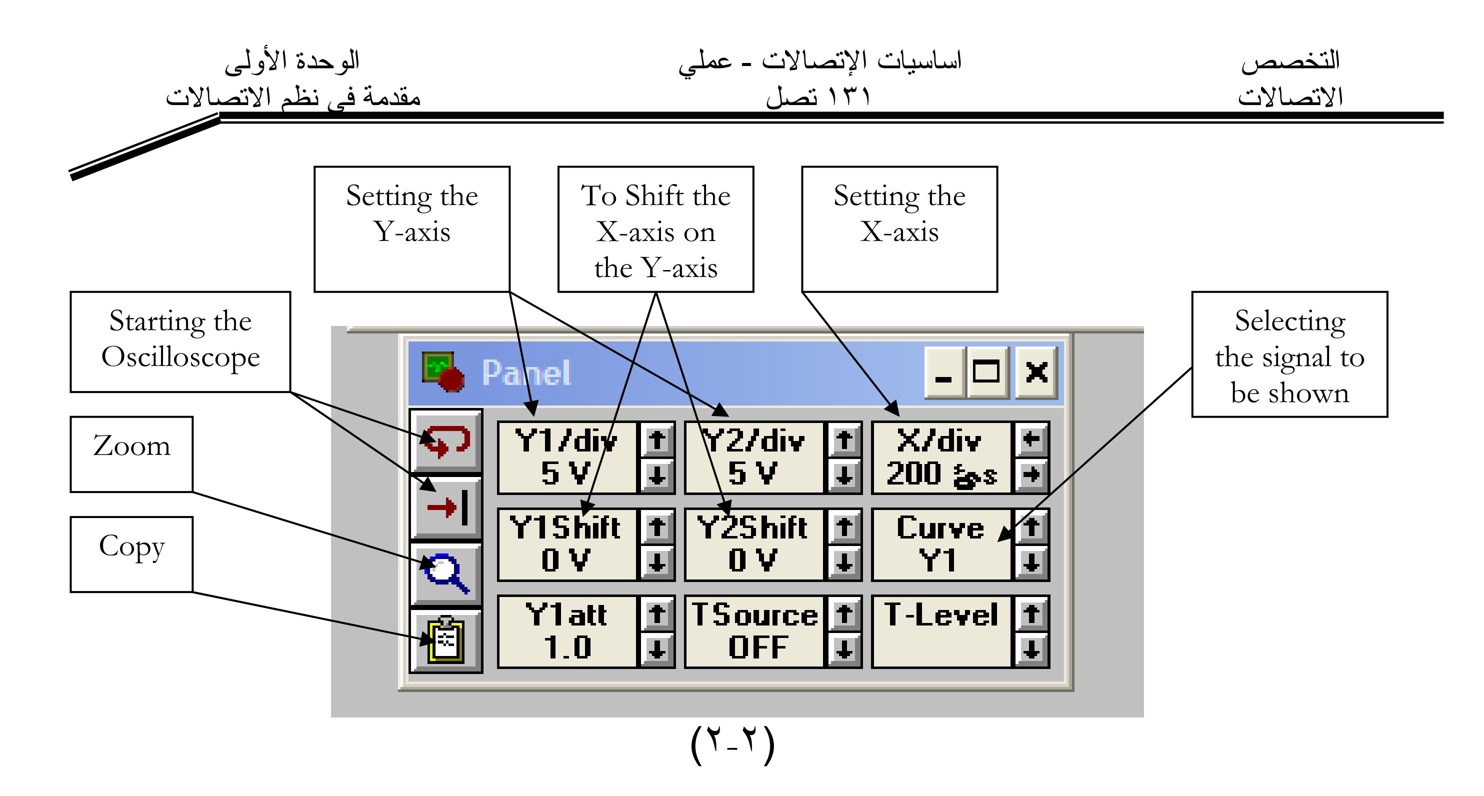
الأول: عبارة عن شاشة لإظهار الرسم الذي يمثل الناتج.

الثاني: عبارة عن لوحة تحكم، فيتم التحكم بالإعدادات الخاصة بمحوري الرسم (Y) و(X)، والشكل (٢-١) يوضح جهاز (Oscilloscope).

وفي الشكل(٢-٢) يظهر شرح تفصيلي لوظيفة كل زر في لوحة التحكم.



(٢-١)



(٢-٢)

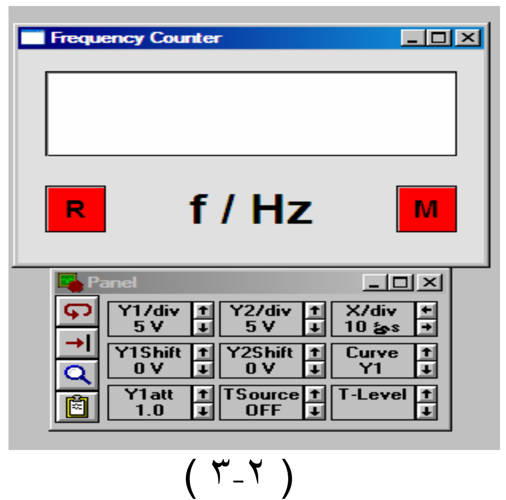
ثانيا: جهاز (Frequency Counter)

- وظيفة هذا الجهاز: قياس قيمة التردد أو التيار.
- عند تشغيله سوف يتبين أنه يتكون من جزأين:

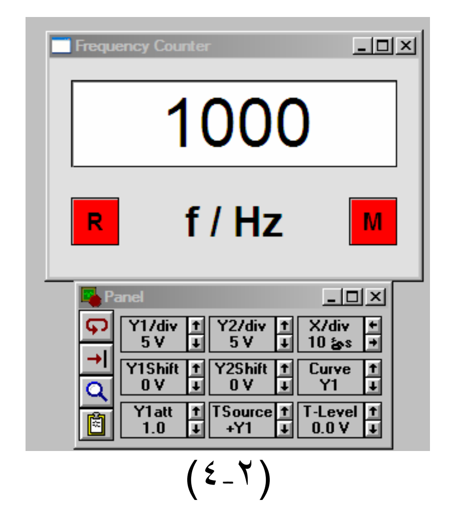
الأول: عبارة عن شاشة تعرض قيمة التردد أو التيار.

الثاني :عبارة عن لوحة تحكم، فيتم التحكم بالإعدادات لإظهار القيم بشكل صحيح، وهذا الجهاز موضح في الشكل (٢-٣).

ملحوظة: لا يتم القياس بهذا الجهاز إلا بعد جعل(trigger) على القناة التي يتم من خلالها التوصيل، فمثلا لو تم التوصيل على القناة (Y1) ليتم القياس يجب جعل (trigger) على (trigger Y1)، كما هو في الشكل (٢-٤).



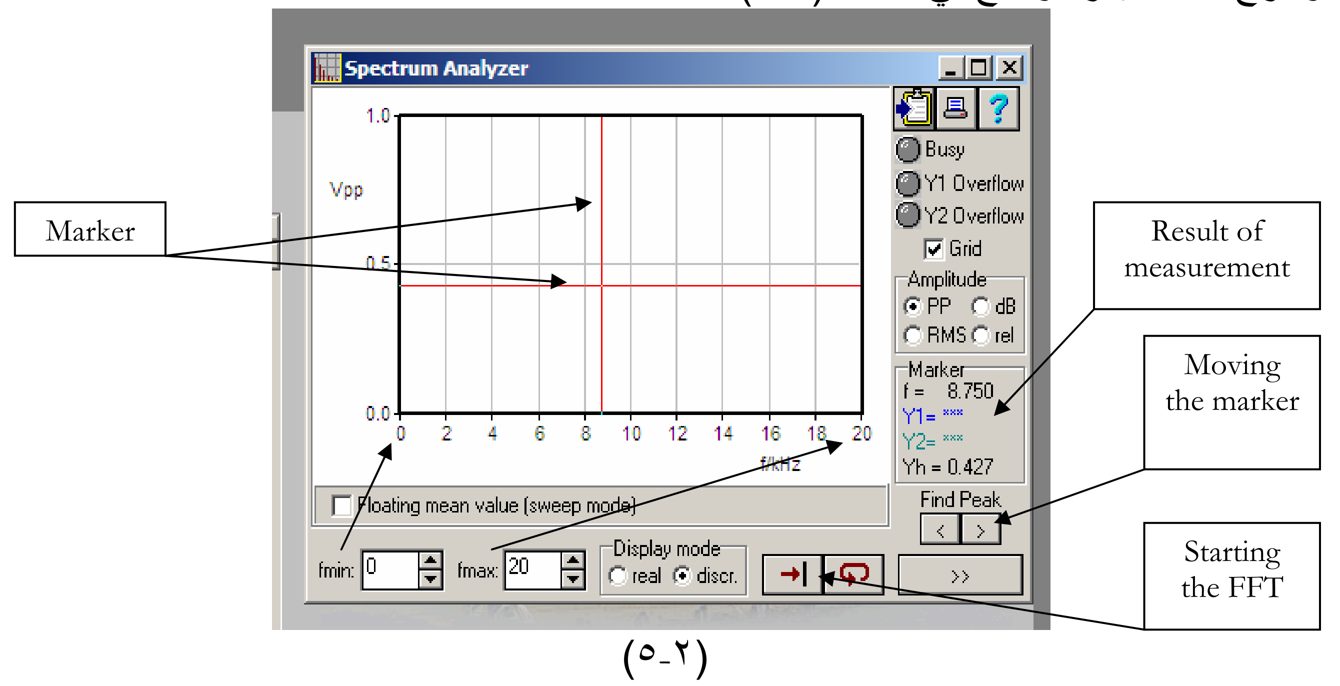
(٢-٣)



(٢-٤)

ثالثا: جهاز (FFT)

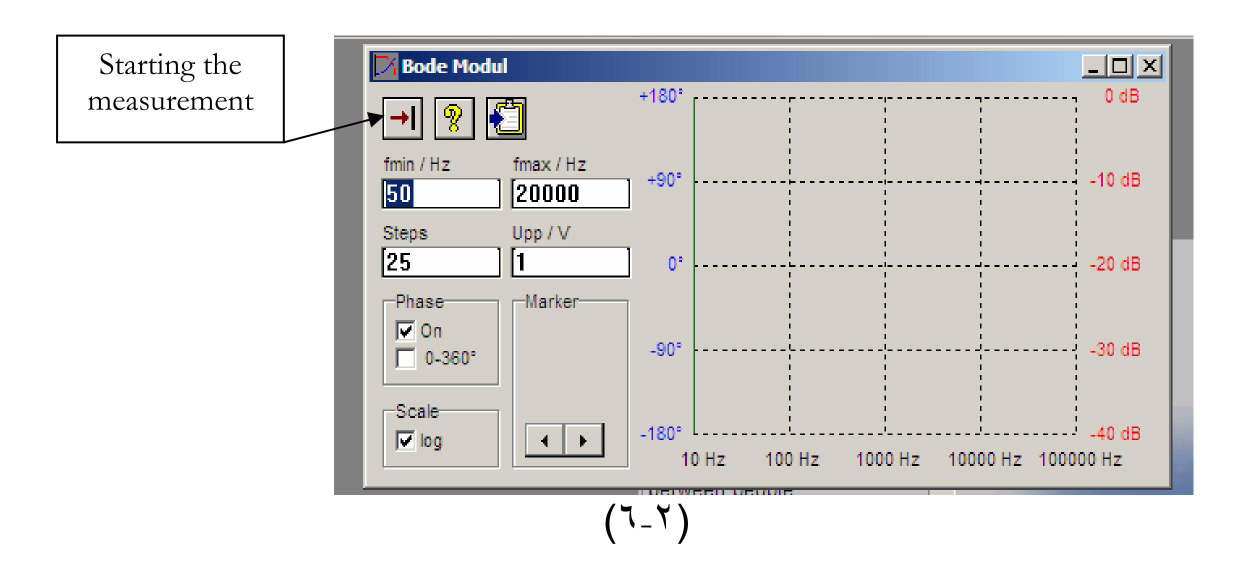
وظيفة هذا الجهاز: قياس قيمة الإشارة مع التردد.
وشرح هذا الجهاز موضح في الشكل (٢-٥).



(٢-٥)

رابعا: جهاز (BODE)

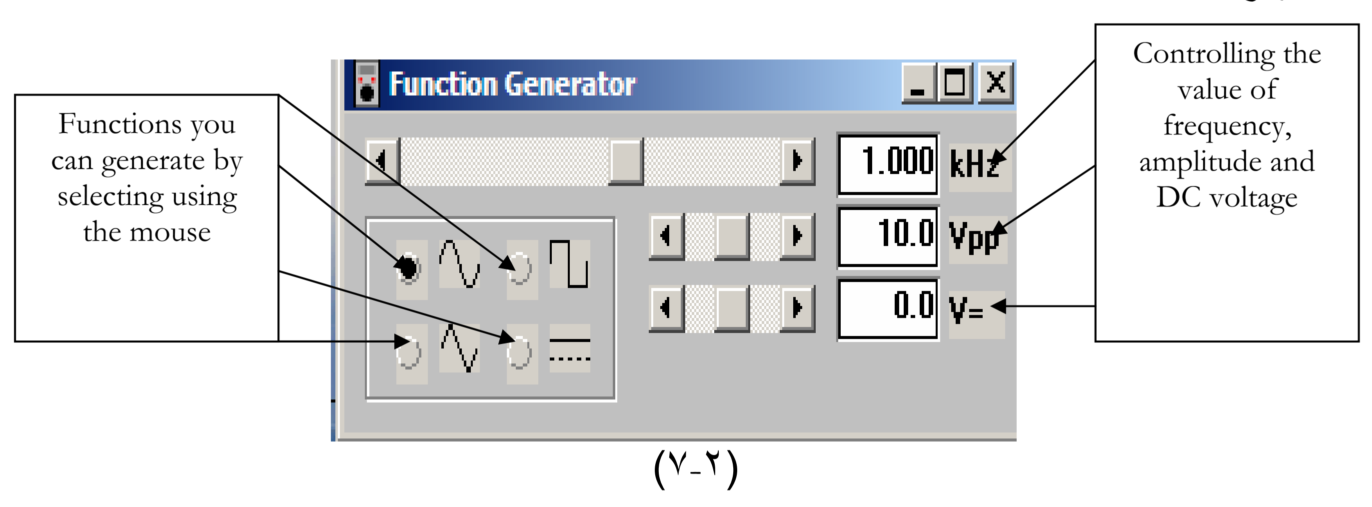
هذا الجهاز لا يستخدم إلا في حالة وجود فلتر.
وظيفة هذا الجهاز: هو رسم المنحنى الخاص بالفلتر، وحساب نقطة(CUT-OFF)انظر الشكل (٢-٦).



(٢-٦)

خامسا: جهاز (Function Generator)

يستخدم هذا الجهاز لتوليد إشارة الدخل. فيمكن توليد إشارة:
sine wave, triangular wave, square wave and DC signal ، والشكل (٢-٧) يوضح هذا الجهاز.



(٢-٧)

رقم التجربة ٣

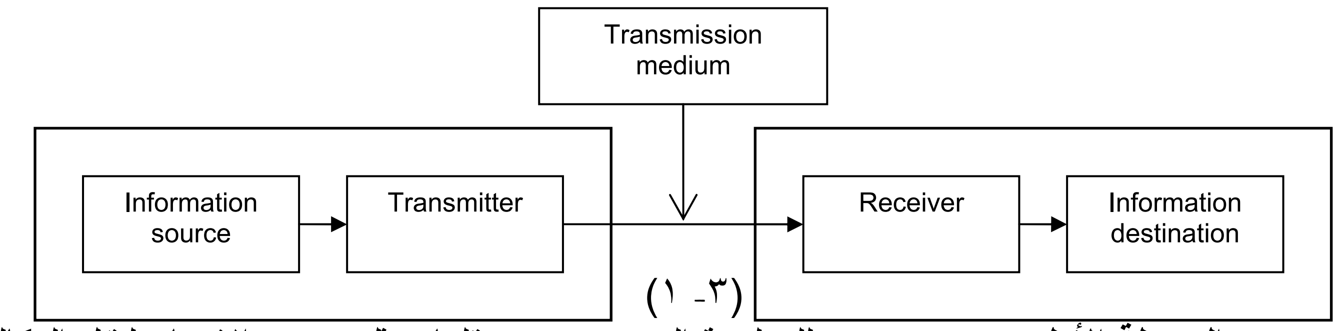
اسم التجربة مقدمة في نظم الاتصالات

- **الهدف من التجربة:**

في هذه التجربة سوف يتم دراسة مراحل عملية الاتصال و التعرف على نطاق الترددات.

- **الشرح:**

لإجراء أي عملية اتصال أو نقل أية معلومة فإن هذه العملية تتم من خلال سبع مراحل كما هو موضح في الشكل(٣-١).



(٣- ١)

المرحلة الأولى: وجود مصدر للمعلومة التي سوف يتم نقلها، مثل صوت الإنسان لنقل المكالمة الهاتفية.

المرحلة الثانية: يتم تحويل هذه المعلومة من شكلها الأصلي إلى إشارة كهر ومغناطيسية، وذلك لكي تستطيع الأجهزة الإلكترونية التعامل معها.

المرحلة الثالثة: تسمى هذه المرحلة مرحلة الإرسال حيث يتم إرسال المعلومة إلى الجهة المرادة لاستقبال المعلومة. وفي هذه المرحلة تكون إشارة المعلومة قيمتها صغيرة فيتم تحميلها على إشارة عالية التردد حتى يمكن أن يتم إرسالها إلى الجهة الأخرى.

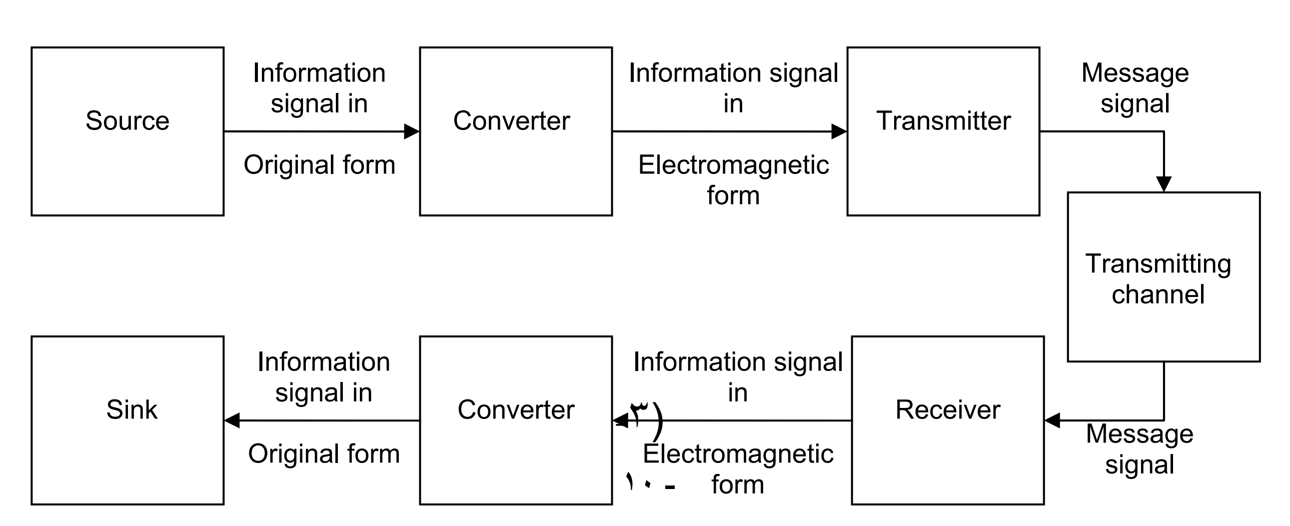
المرحلة الرابعة: وهي تمثل الوسط الناقل الذي سوف يتم من خلاله نقل المعلومة إلى الجهة الأخرى.

المرحلة الخامسة: وهي عملية عكسية للمرحلة الثالثة، وتسمى مرحلة الاستقبال حيث يتم استقبال إشارة المعلومة و فصل الإشارة الكهرومغناطيسية عن الإشارة ذات التردد العالي الذي تم تحميلها عليه.

المرحلة السادسة: وهي عكس المرحلة الثانية، حيث سوف يتم تحويل الإشارة من كهرومغناطيسية إلى وضعها الأصلي.

المرحلة السابعة: يتم استقبال المعلومة بوضعها الأصلي من الجهة المستقبل.

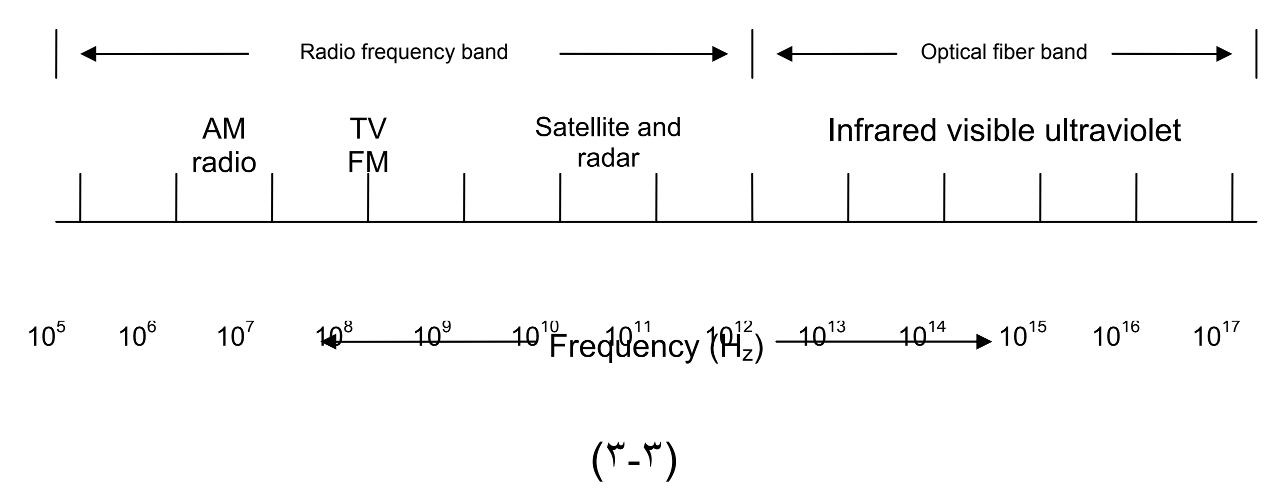
والشكل (٣-٢) يوضح هذه المراحل



(٣-٢)

نطاق الترددات:

هناك تنظيم عالمي لتقسيم نطاق الترددات، وتخصيص كل جزء من هذا النطاق باسم معين ويتم فيه إجراء نوع معين من عمليات الاتصال، فمثلا هناك جزء يتم من خلاله إذاعة موجات الراديو و أخرى لتلفاز وهكذا والشكل (٣-٣) يبين هذا التقسيم.



(٣-٣)

المملكــة العربيــة الســعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج



أساسيات الاتصالات - عملي

دراسة الإشارات

دراسة الإشارات

٢

الوحدة الثانية: دراسة الإشارات

رقم التجربة ٤

اسم التجربة تحليل الإشارات

- **الهدف من التجربة:**

في هذه التجربة يتم التعرف على تحويلات فورير.

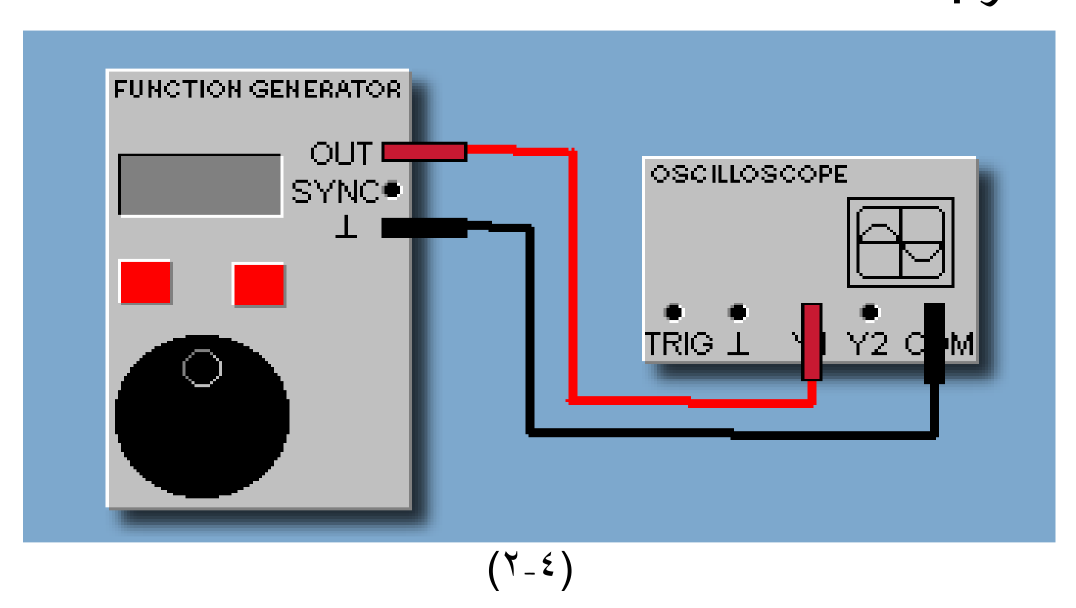
- **الشرح:**

الهدف من إجراء تحويلات فورير هو تحويل الإشارة اللحظية إلى إشارة مع التردد.
وكما هو ظاهر من الشكل (٤-١) فعند جمع عدد من إشارات (sinusoidal) لها:
ترددات وجهود مختلفة، فإن الناتج يكون عبارة عن موجة شبه مربعة. وهذا يبين أن الموجة المربعة تتكون من عدد لا نهائي من موجة (sinusoidal).

$+ \quad + \quad =$

(٤-١)

- **رسمة الدائرة:**



(٤-٢)

- **خطوات التجربة:**

١. وصل الدائرة كما هو مبين في الشكل (٤-٢).
٢. اضبط الدخل من خلال (function generator) على :

sine, f = 1 kHz, $V_{p\text{-}p}$ = 20V, V_{DC} = 0V.

٣. افتح جهاز (FFT Module).

٤. اضبط إعدادات لوحة التحكم بالشكل:

Y_1/div = 5V, X/div = 200μs, f_{min} = 0 kH_z, f_{max} = 10 kH_z

٥. قم برسم الخرج للإشارة مع محور الزمن، وكذلك مع محور التردد، في الشكل (٤-٣)، وأكمل الجدول (٤-١).

٦. اضبط الدخل من خلال(function generator) على :

triangular, f = 1 kHz, V_{p-p} = 20V, V_{DC} = 0V.

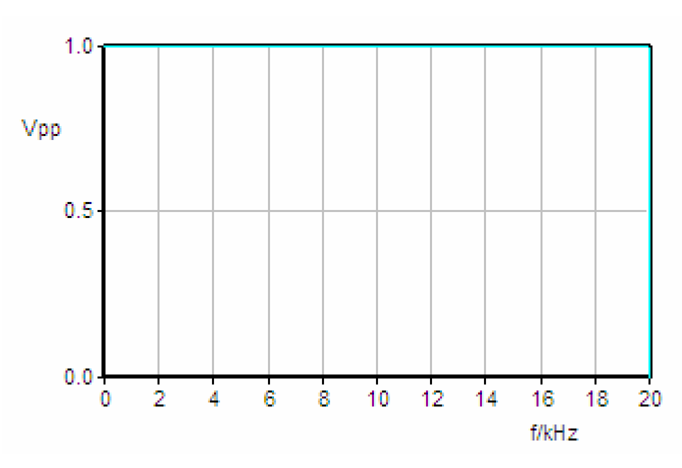
٧. قم برسم الخرج للإشارة مع محور الزمن، وكذلك مع محور التردد، في الشكل (٤-٤)، وأكمل الجدول (٤-٢).

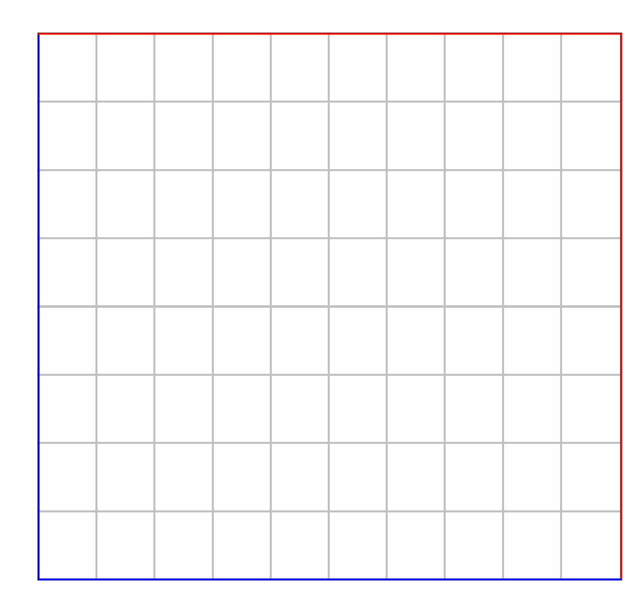
٨. اضبط الدخل من خلال(function generator) على :

f = 1 kHz, V_{p-p} = 20V, V_{DC} = 0V. square,

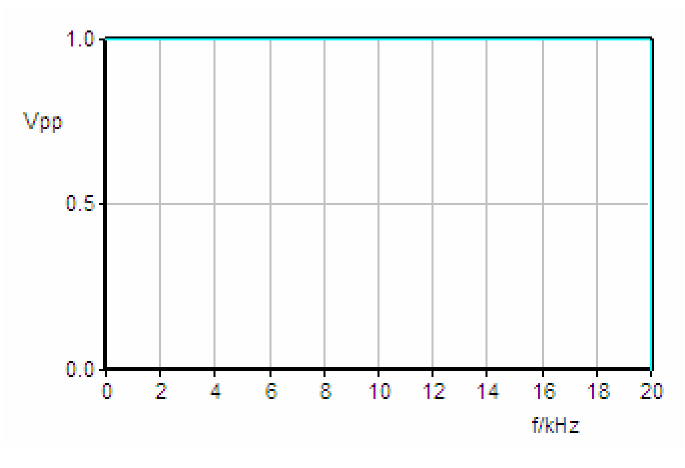
٩. قم برسم الخرج للإشارة مع محور الزمن، وكذلك مع محور التردد، في الشكل (٤-٥)، وأكمل الجدول (٤-٣).

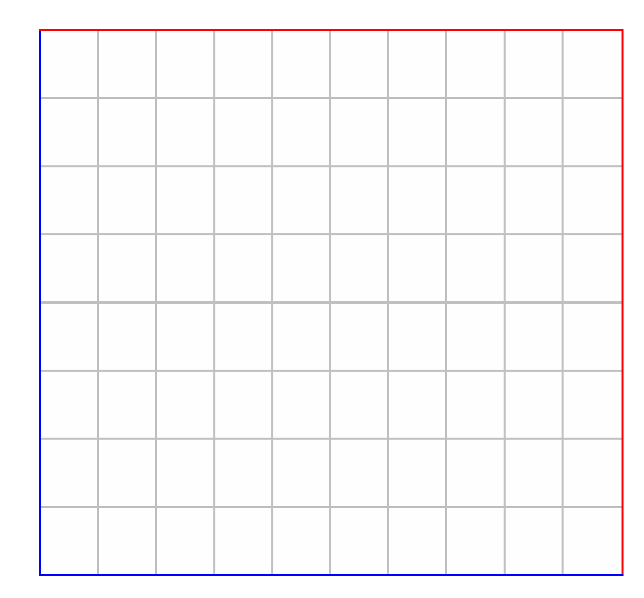
- **النتائج:**



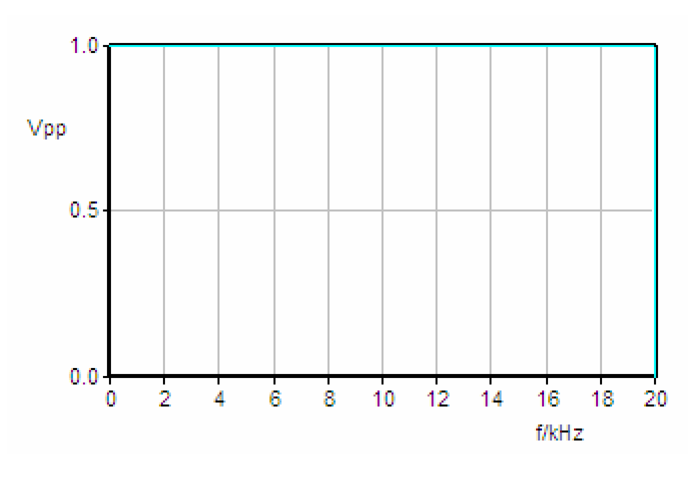


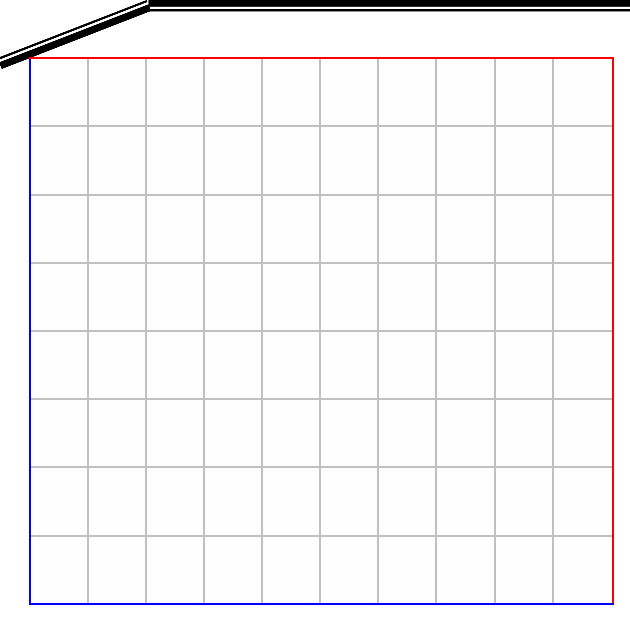
(٤-٣)





(٤-٤)





(٤-٥)

جدول ٤-١		
Harmonic	Frequency	Amplitude
1		

جدول ٤-٢		
Harmonic	Frequency	Amplitude
1		
2		
3		
4		

جدول ٤-٣		
Harmonic	Frequency	Amplitude
1		
2		
3		
4		
5		
6		

- **أسئلة حول الدرس:**

١- ما هي الخاصية التي يجب توفرها في الإشارة، حتى نتمكن من إجراء تحويل فورير؟

٢- أوجد الدالة التي من خلالها، يمكن معرفة قيم السعة لمركبات الموجة المربعة ؟

٣- إذا كانت أول قيمة للسعة من مركبات الموجة المربعة تساوي (١)، ما هي قيمة السعة لأول ثلاث مركبات؟

- **الاستنتاج:**

رقم التجربة ٥

اسم التجربة المذبذبات

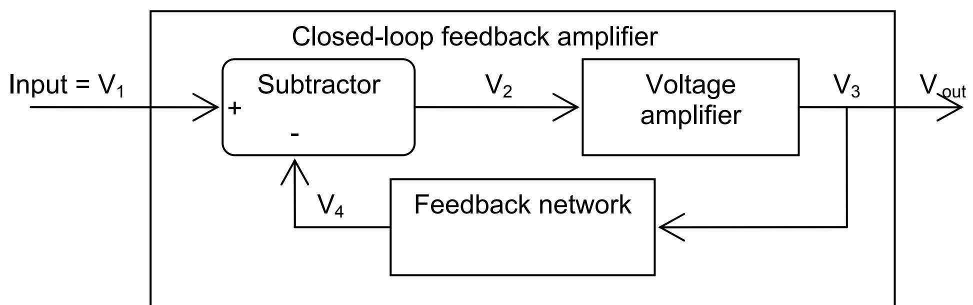
- **الهدف من التجربة:**

في هذه التجربة يتم دراسة المذبذب.

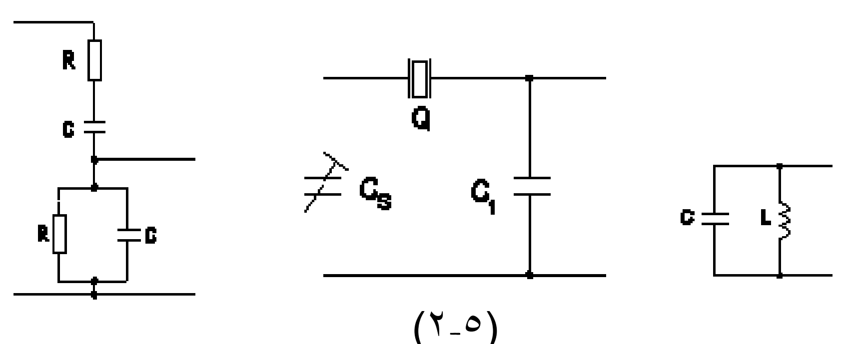
- **الشرح:**

كما لاحظنا في الدروس الماضية إشارة المعلومة يكون ترددها منخفضاً، لهذا يجب تحميلها على إشارة ذات تردد عال، ولكن السؤال كيف يتم توليد هذه الإشارة ذات التردد العالي؟

يتم ذلك عن طريق المذبذب، ووظيفة هذا المذبذب هو توليد إشارة ذات تردد معين بشكل مستمر. وأشهر صورة أنه يتكون من مكبر ومقارن، حيث يتم من خلال المكبر توليد إشارة ذات تردد وكذلك من خلاله يتم الزيادة في قيمته، والمقارن يتم من خلاله مقارنة لخرج المكبر مع القيمة المطلوب أن تصل إليها بحيث إذا وصلت إلى القيمة المرغوبة يتم تثبيت خرج المكبر عليها، كما هو موضح بالشكل(٥-١).



ويمكن تصميمه من خلال: دائرة RC ، ودائرة LC، ومن خلال Quartz oscillators كما في الشكل(٥-٢)

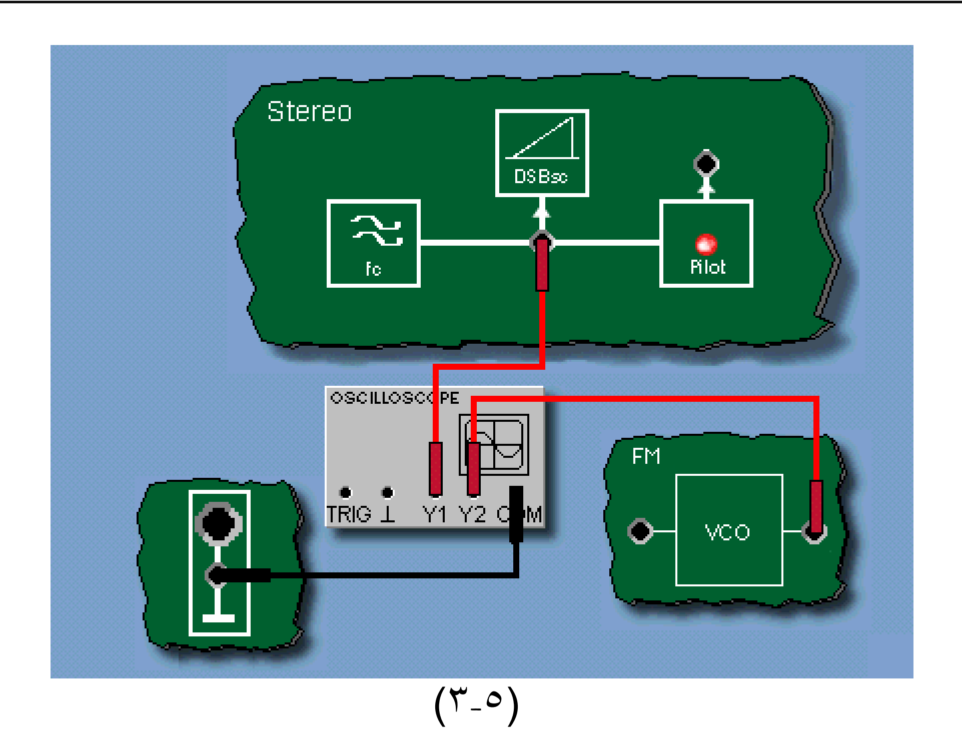


(٥-٢)

والمواصفات التي يجب مراعاتها في أي مذبذب:

- مقدار التردد الذي يمكن توليده.
- نقاء الإشارة المتولدة.
- جودة التصنيع.

- **رسمة الدائرة:**

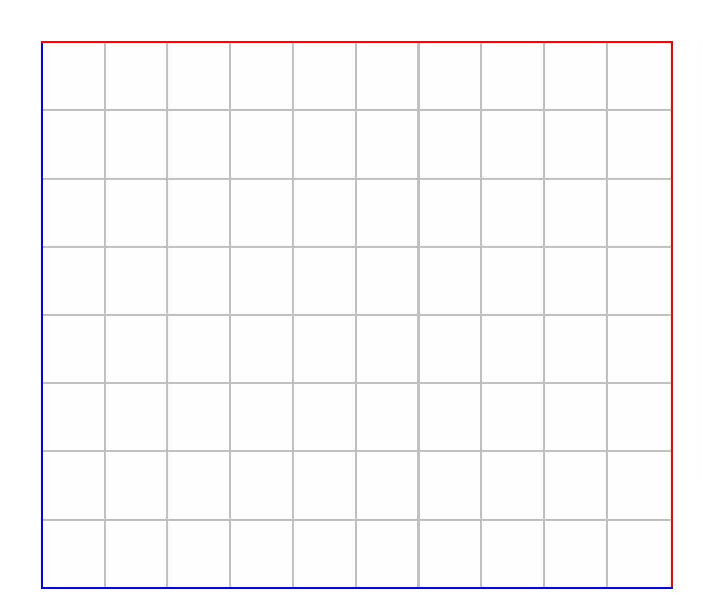


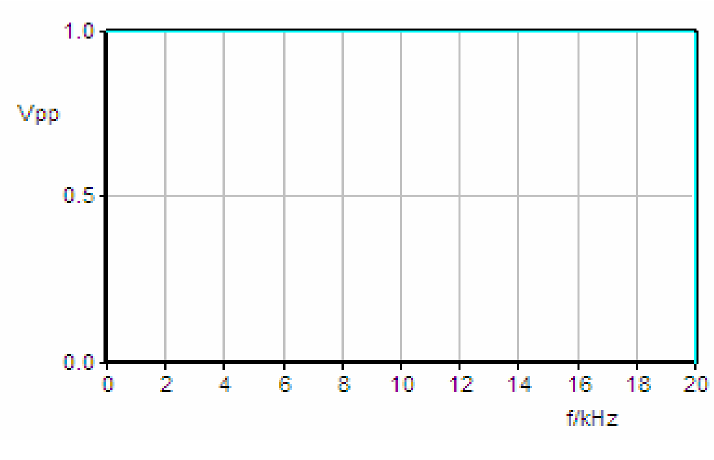
(٥-٣)

- **خطوات التجربة:**

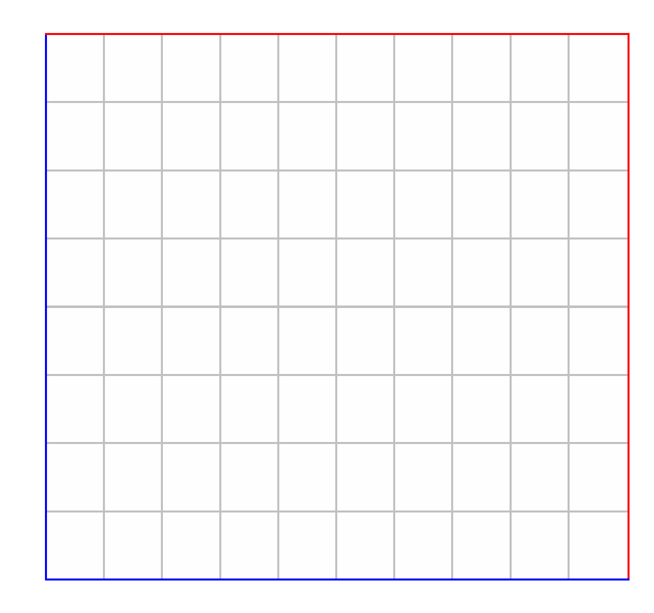
١. وصل الدائرة كما هو مبين في الشكل (٥-٣).
٢. افتح جهاز (FFT Module).
٣. لحساب إشارة الحامل للمضمن AM، اضبط إعدادات لوحة التحكم بالشكل:
$Y_1/div = 5V, X/div = 200\mu s, curve=Y1$
٤. قم برسم الخرج للإشارة مع محور الزمن في الشكل (٥-٤).
٥. من الرسم قم بحساب قيمة التردد و السعة.
٦. لحساب إشارة الحامل للمضمن FM، اضبط إعدادات لوحة التحكم بالشكل:
$Y_1/div = 5V, X/div = 200\mu s, curve=Y2$
٧. قم برسم الخرج للإشارة مع محور الزمن في الشكل (٥-٥).
٨. نستطيع التحكم بقيمة إشارة الحامل للمضمن FM (السعة و التردد)عن طريق المقاومة المتغيرة الخاصة به. اضبط قيمة الحامل على: $f=10kHz, Vp\text{-}p=7V$

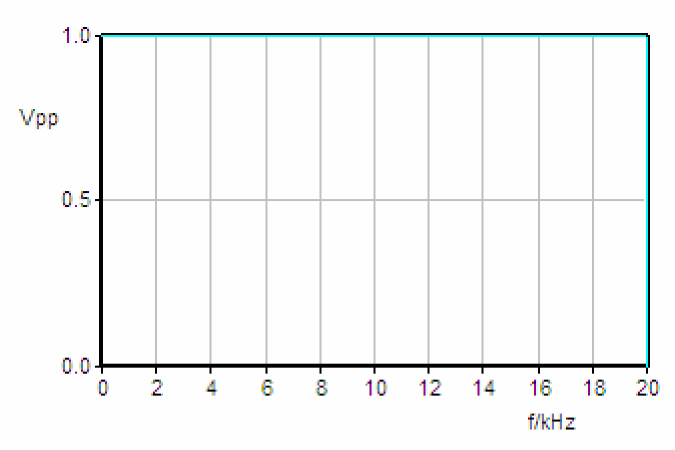
- **النتائج:**




1.0
Vpp
0.5
0.0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
f/kHz

(٥-٤)




1.0
Vpp
0.5
0.0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
f/kHz

(٥-٥)

- **أسئلة حول الدرس:**

١. في أي مراحل عملية الاتصال يتم استخدم المذبذب ؟

٢. اذكر بعض أنواع المذبذبات ؟

٣. ما هي أهم المواصفات التي يجب مراعتها عند تصميم أي مذبذب؟

- **الاستنتاج:**

رقم التجربة ٦

اسم التجربة جمع الإشارات

- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة دراسة وتطبيق، لعملية جمع أو ضرب إشارتين.

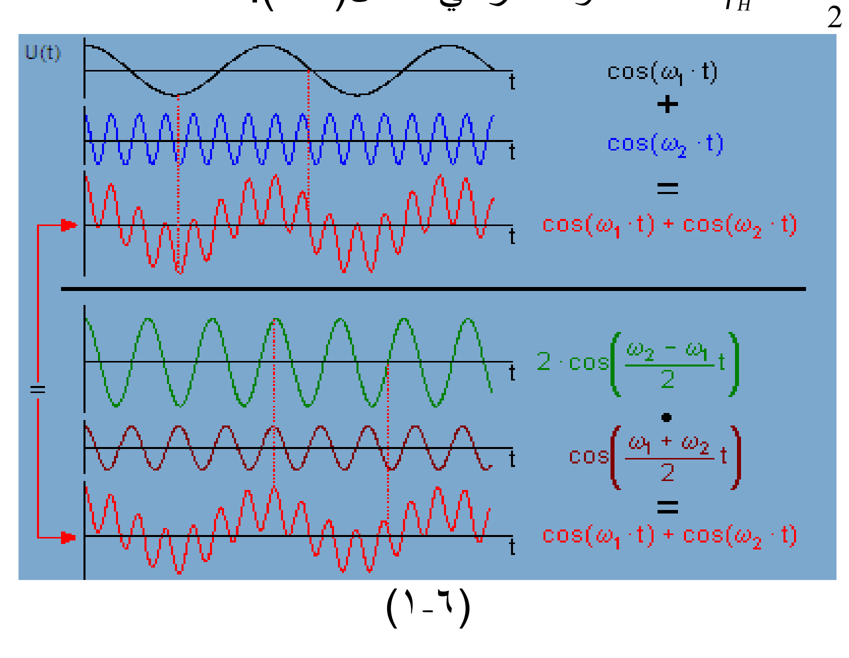
- **الشرح :**

ناتج العمليات الحسابية لإشارتين:

1. $\cos\omega_1 + \cos\omega_2 = 2\times\cos\frac{\omega_1+\omega_2}{2}\times\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$
2. $\cos\omega_1 \times \cos\omega_2 = \frac{1}{2}\cos(\omega_1+\omega_2)+\frac{1}{2}\cos(\omega_1-\omega_2)$
3. $\sin\omega_1 + \sin\omega_2 = 2\times\sin\frac{\omega_1+\omega_2}{2}\times\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$
4. $\sin\omega_1 - \sin\omega_2 = 2\times\cos\frac{\omega_1+\omega_2}{2}\times\sin\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$

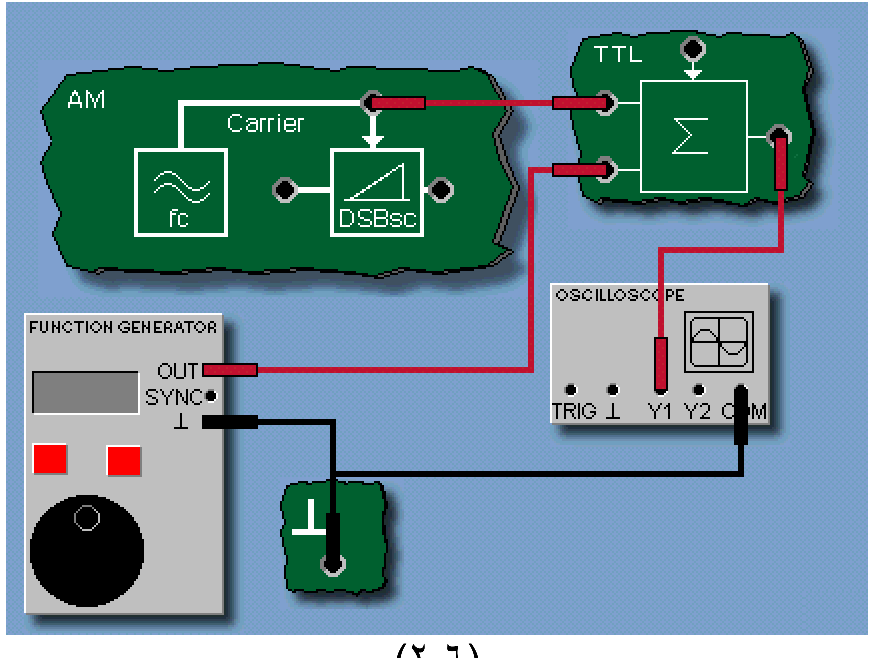
حيث إن(ω) في جميع المعادلات: ($f_1 > f_2 \; and \; \omega = 2\pi f$)

وكذلك يكون لكل إشارة تردد مختلف، وسوف ينتج لنا في الخرج إشارة جديدة لها ترددين مختلفين: $f_H = \frac{f_1+f_2}{2}, f_L = \frac{f_1-f_2}{2}$ ، كما هو ظاهر في الشكل(٦-١).



(٦-١)

- **رسمة الدائرة :**



(٦-٢)

- **خطوات التجربة:**

١. وصل الدائرة كما هو مبين في الشكل (٦-٢).

٢. الضغط على الزر الخاص بالتضمين (AM).

٣. اضبط الدخل من خلال (function generator) على:

Sine-wave, f = 1 kHz, V_{p-p} = ٧,٥V, V_{DC} = 0V.

٤. افتح جهاز (FFT Module).

٥. اضبط إعدادات لوحة التحكم بالشكل:

Y_1/div = 5V, X/div = 200μs, curve = Y_1, and in the spectrum analyzer set: f_{min} = 0 kH_z, f_{max} = 20 kH_z.

٦. قم برسم الخرج للإشارة مع محور الزمن، وكذلك مع محور التردد، في الشكل (٦-٣).

٧. اضبط الدخل من خلال (function generator) على:

Sine-wave, f = 9.5 kHz, V_{p-p} = 7.5V, V_{DC} = 0V.

٨. افتح جهاز (FFT Module).

٩. اضبط إعدادات لوحة التحكم بالشكل:

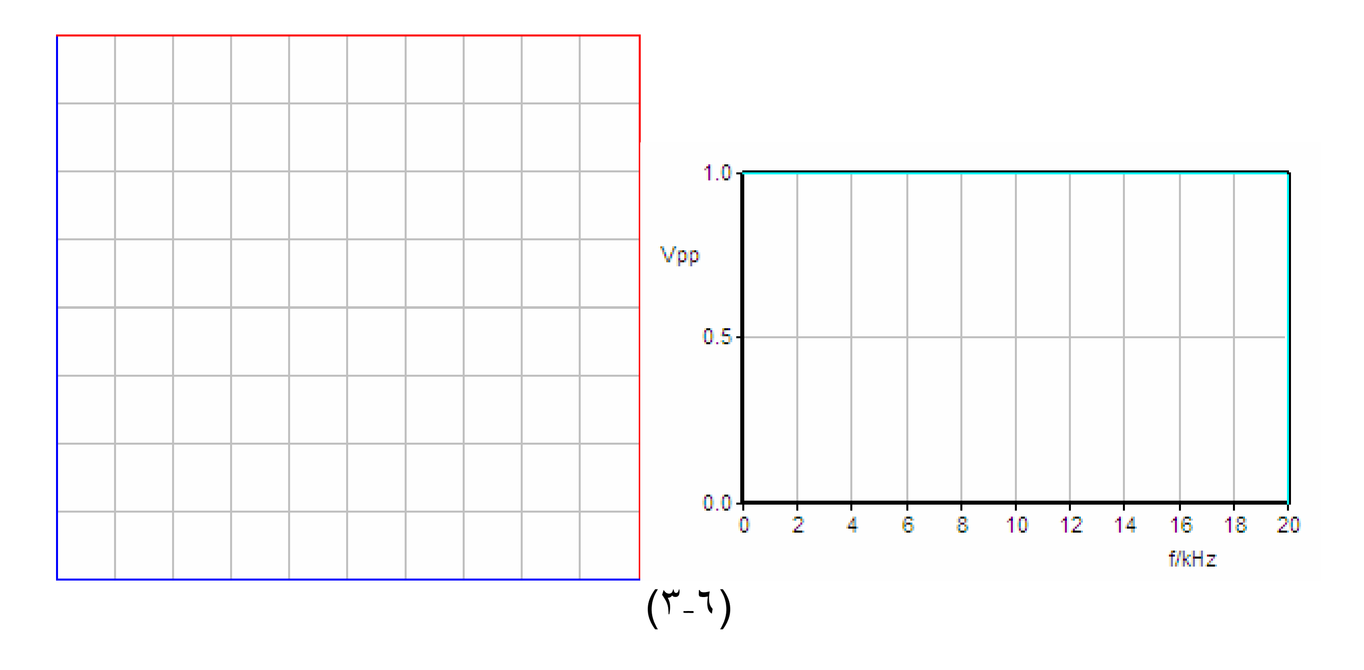
Y_1/div = ٢V, X/div = ٥00µs, curve = Y_1, and in the spectrum analyzer set: f_{min} = 0 kH_z, f_{max} = 20 kH_z.

١٠. قم برسم الخرج للإشارة مع محور الزمن، وكذلك مع محور التردد، في الشكل (٦-٤).

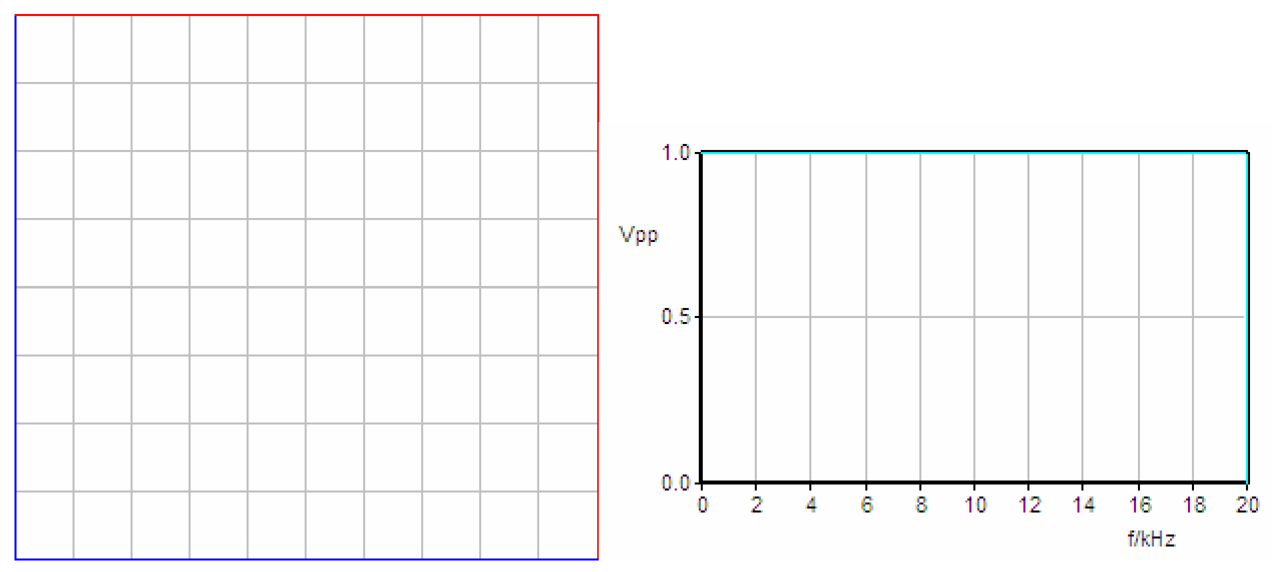
١١-الآن أعد قيمة تردد الدخل إلى: 1 kH_z

١٢-ابدأ بزيادة قيمة التردد بشكل بطيء إلى أن تصل قيمة التردد إلى: 1 kH_z وراقب التغير الذي يحدث للإشارة من خلال جهاز (FFT).

- **النتائج:**



(٦-٣)



(٦-٤)

- **أسئلة حول الدرس:**

١. اكتب المعادلة التي تمثل ناتج جمع الإشارتين في الخطوة(٣)، وقم بحساب:fL, fH ؟

____

____

____

____

____

٢. اكتب المعادلة التي تمثل ناتج جمع الإشارتين في الخطوة(٧)، وقم بحساب: fL, fH ؟

____

____

____

____

____

٣. ماذا ينتج من عملية جمع إشارتين؟

____

____

____

____

____

- **الاستنتاج:**



أساسيات الاتصالات - عملي

تضمين السعة

تضمين السعة

٣

الوحدة الثالثة: تضمين السعة

رقم التجربة ٧

اسم التجربة AM (DSBSC)

- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة دراسة تضمين السعة (AM DSBSC).

- **الشرح:**

تضمين السعة يعرف بـ: أنه تغير السعة للحامل تبعا لتغير السعة بالنسبة لإشارة المعلومة.

ويتميز هذا النوع من التضمين بـ:

١- قلة التكلفة.

٢- جودة غير عالية.

لهذا فهو يستخدم في الاتصالات البسيطة، ومن قبل عامة الناس. والدخل لهذا التضمين عبارة عن إشارتين:

أ- إشارة المعلومة المراد نقلها.

ب-إشارة لها تردد عالي تمثل الموجة الحاملة.

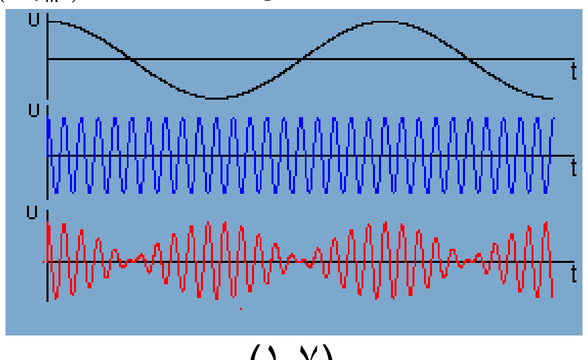
وأنواع تضمين السعة هي:

DSBSC, DSBFC and SSB

والشكل (٧-١) يظهر إشارة معلومة وحامل وناتج عملية التضمين، من خلال نطاق الزمن.

$f_c(t) = V_c \cos(2\pi f_c t)$ Carrier signal

$f_m(t) = V_m \cos(2\pi f_m t)$ Information signal



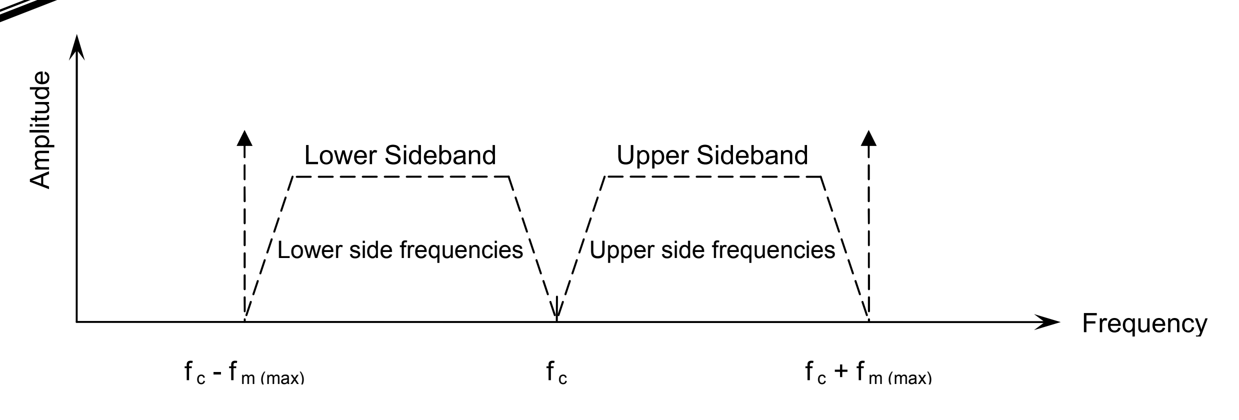
(٧-١)

وفي الشكل (٧-٢) رسم يمثل ناتج عملية التضمين لسعة من خلال نطاق التردد. ويظهر من خلاله ظهور مركبتين في كل مركبة توجد المعلومة. ويكون تردد المركبتين عند:

$f_c - f_{m\,(max)}$ و $f_c + f_{m\,(max)}$ ، حيث إن (f_c) تعني تردد الحامل، و ($f_{m\,(max)}$) تردد المعلومة عند أقصى قيمة لتردد. **وتسمى المركبة** ($f_c - f_{m\,(max)}$) بـ (LSB)، والمركبة ($f_{m\,(max)} + f_c$) بـ (USB).

وعرض النطاق في تضمين السعة يساوي الفرق بين الترددين (USB) و (LSB) أو:

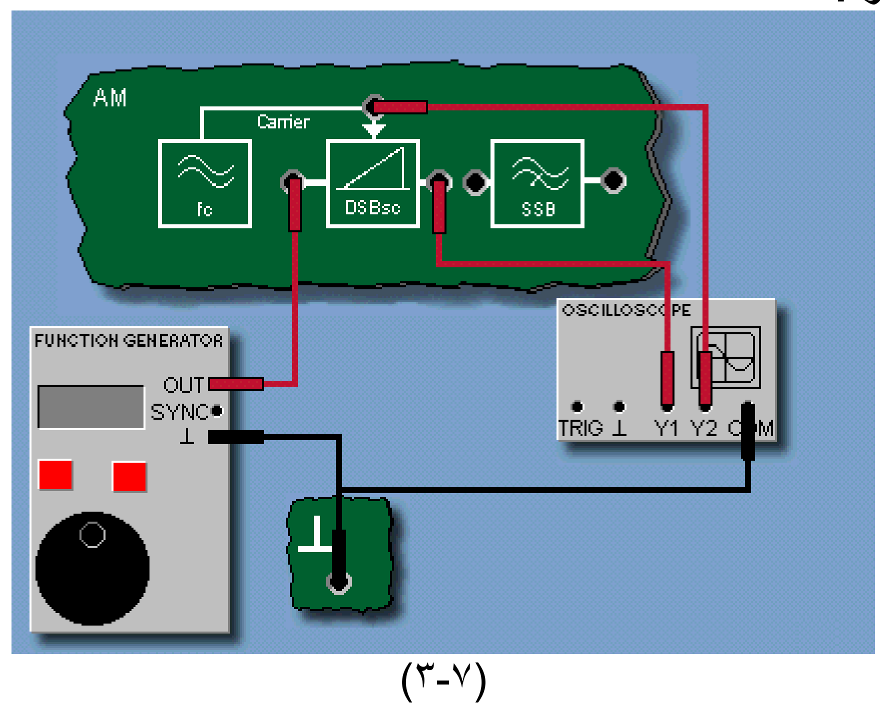
$B = 2 f_{m\,(max)}$.



AM DSBSC

(٢-٧)

- رسمة الدائرة:



(٣-٧)

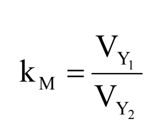
- **خطوات التجربة:**

١. وصل الدائرة كما في الشكل (٧-٣).
٢. فعل (AM) من خلال شريط المهام.
٣. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
DC signal, $V_{DC} = 1$ V
٤. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 2 V, Y_2/div = 2 V, X/div = 200 μs, curve = DUAL
٥. قم بحساب المعامل (modulation coefficient k_M).
٦. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
Sine-wave, f_m = 200 Hz, V_{p-p} = 10 V, V_{DC} = 0 V
٧. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 500 μs, curve = Y_1
٨. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن، في الشكل (٧-٤).
٩. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
Triangular-wave, f_m = 200 Hz, V_{p-p} = 10 V, V_{DC} = 0 V
١٠. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 500 μs, curve = Y_1
١١. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن، في الشكل (٧-٥).
١٢. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
Sine-wave, f_m = 1 kHz, V_{p-p} = 10 V, V_{DC} = 0 V
١٣. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 200 μs, curve = Y_1
١٤. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق التردد، في الشكل (٧-٦).
١٥. احسب قيمة التردد لـ (lower sideband) و (upper sideband).
١٦. احسب قيمة عرض النطاق لناتج التضمين.
١٧. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
Square-wave, f_m = 1 kHz, V_{p-p} = 10 V, V_{DC} = 0 V
١٨. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 200 μs, curve = Y_1
١٩. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق التردد، في الشكل (٧-٧).

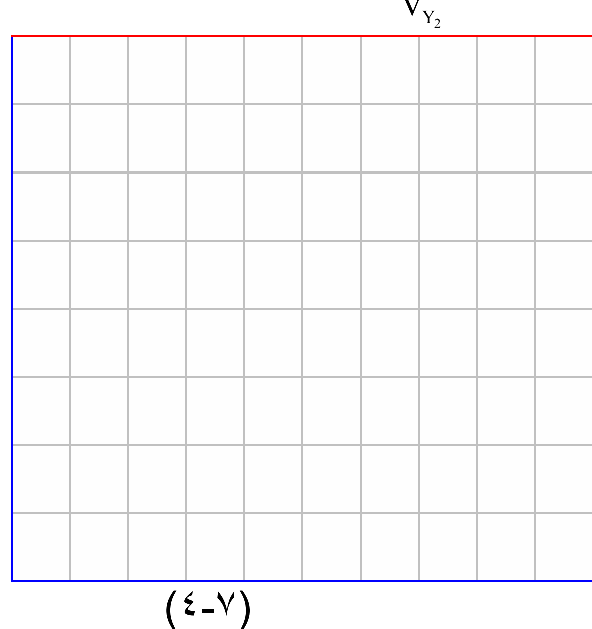
ملحوظة:
إشارة الحامل هي:

Sine-wave
f_c = 10 kHz
$V_{p-p} \approx 7.5$ V
$F_c(t) = 7.5\sin(2\pi f_c t)$

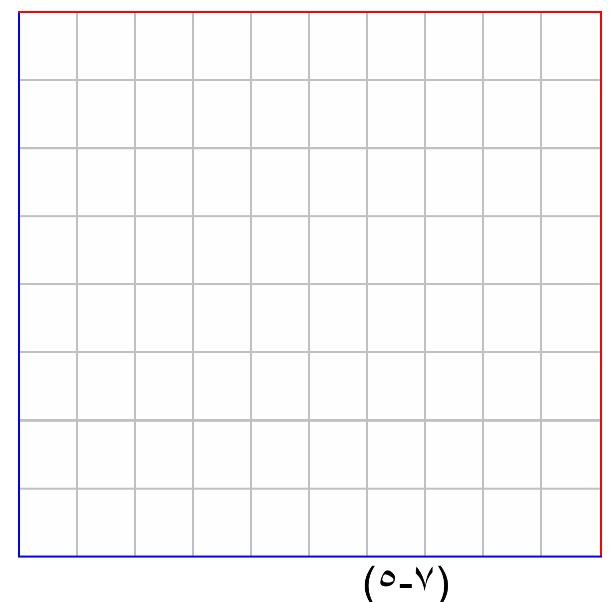
- **النتائج:**



$$k_M = \frac{V_{Y_1}}{V_{Y_2}}$$



(٧-٤)



(٧-٥)

(٧-٦)

(٧-٧)

$$f_{LSB} = f_c - f_m$$

$$f_{USB} = f_c + f_m$$

$$BW = 2 \times f_m$$

- **أسئلة حول الدرس:**

١. ما هو معنى هذه الاختصارات:

a. RF ______________ ______________
b. LF ______________ ______________
c. HF ______________ ______________
d. LSB ______________ ______________
e. USB ______________ ______________
f. DSB ______________ ______________

٢. في تضمين السعة، كم عدد إشارات الدخل؟

٣. هل يمكن مشاهدة إشارة المعلومة، من خلال رسمة ناتج عملية التضمين؟

- **الاستنتاج:**

رقم التجربة ٨

اسم التجربة AM (DSBFC)

- **الهدف من التجربة:**

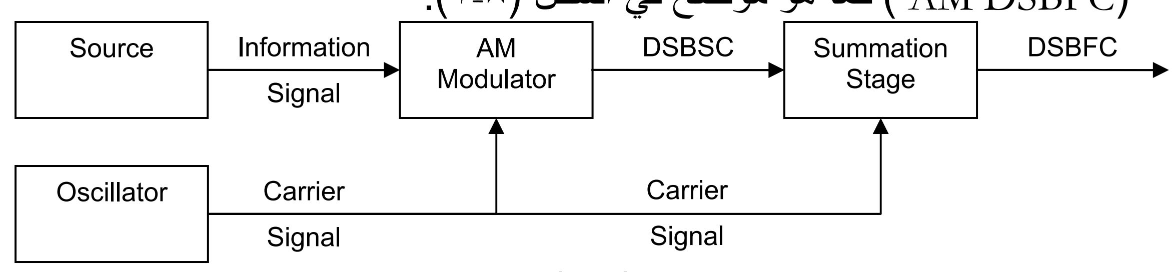
سوف يتم في هذه التجربة دراسة تضمين السعة (AM DSBFC).

- **الشرح:**

سبق دراسة (AM DSBSC) ولكن كان في ناتج عملية التضمين عيب، وهو عدم ظهور مركبة الحامل. وذلك لأن المستقبل حتى يستطيع فك عملية التضمين، يجب معرفة قيمة تردد الحامل.

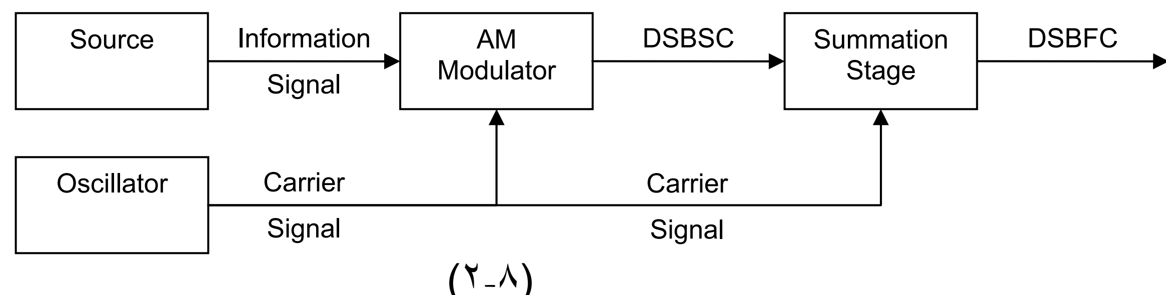
وفي هذا الدرس سوف يتم التعرف على كيفية التخلص من هذا العيب، وتحويل التضمين من (AM DSBSC) إلى (AM DSBFC). وهناك طريقتان لإظهار مركبة الحامل:

١- ناتج عملية التضمين (AM DSBSC) يتم إدخاله على جامع، ويوصل أيضا بهذا الجامع إشارة الحامل، فتتحول الإشارة إلى (AM DSBFC) كما هو موضح في الشكل (٨-١).



(٨-١)

٢- يتم إضافة قيمة (DC) إلى إشارة الدخل، كما في الشكل (٨-٢).



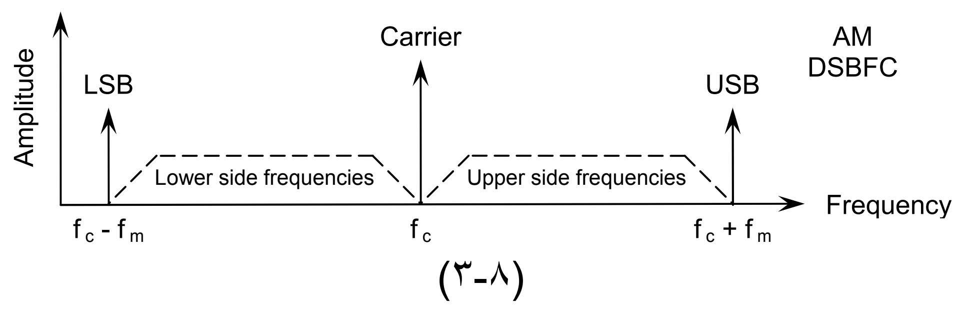
(٨-٢)

الشكل (٨-٣) يمثل (AM DSBFC)، وهو يتكون من ثلاث مركبات:

($f_c - f_m$) و($f_c + f_m$) و (f_c) ، حيث إن (f_c) تعني تردد الحامل، و ($f_{m\,(max)}$) تردد المعلومة عند أقصى قيمة للتردد.

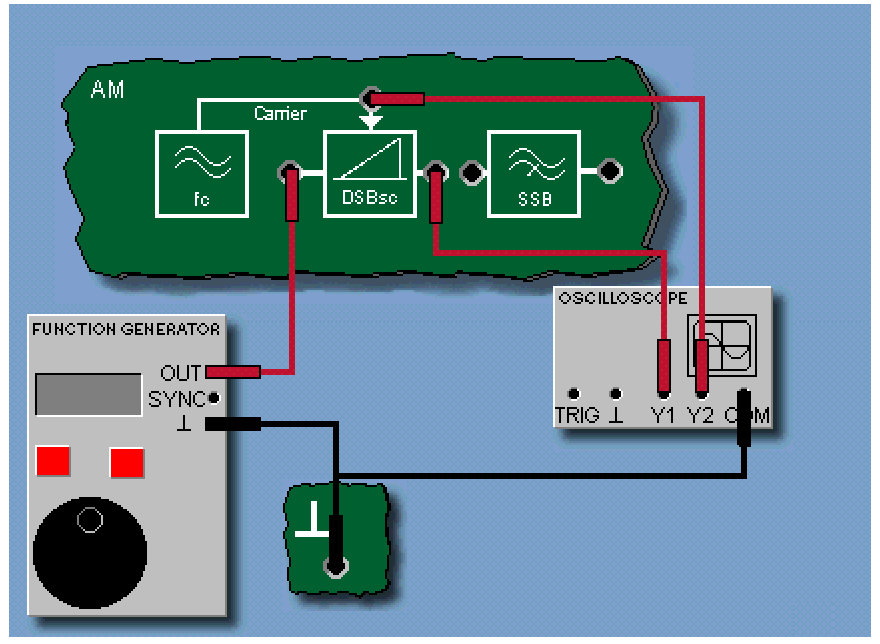
وتسمى المركبة ($f_c - f_{m\,(max)}$) بـ (LSB)، والمركبة ($f_{m\,(max)} + f_c$) بـ (USB). وعرض النطاق في تضمين السعة يساوي الفرق بين الترددين (USB) و (LSB) أو:

$B = 2 f_{m\,(max)}$.

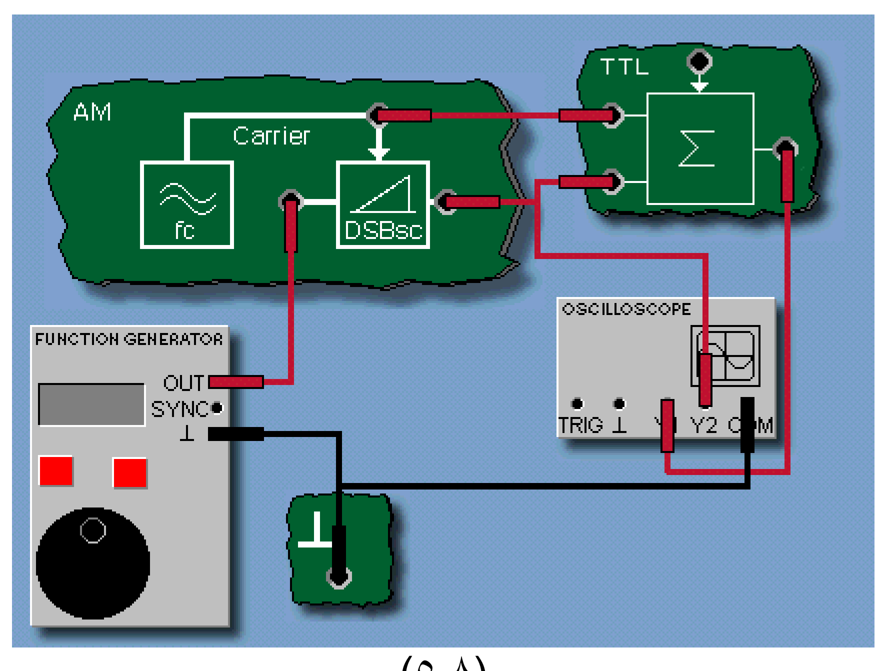


(٨-٣)

- رسمة الدائرة:



(٨-٤)



(٨-٥)

ملحوظة:

إشارة الحامل هي:

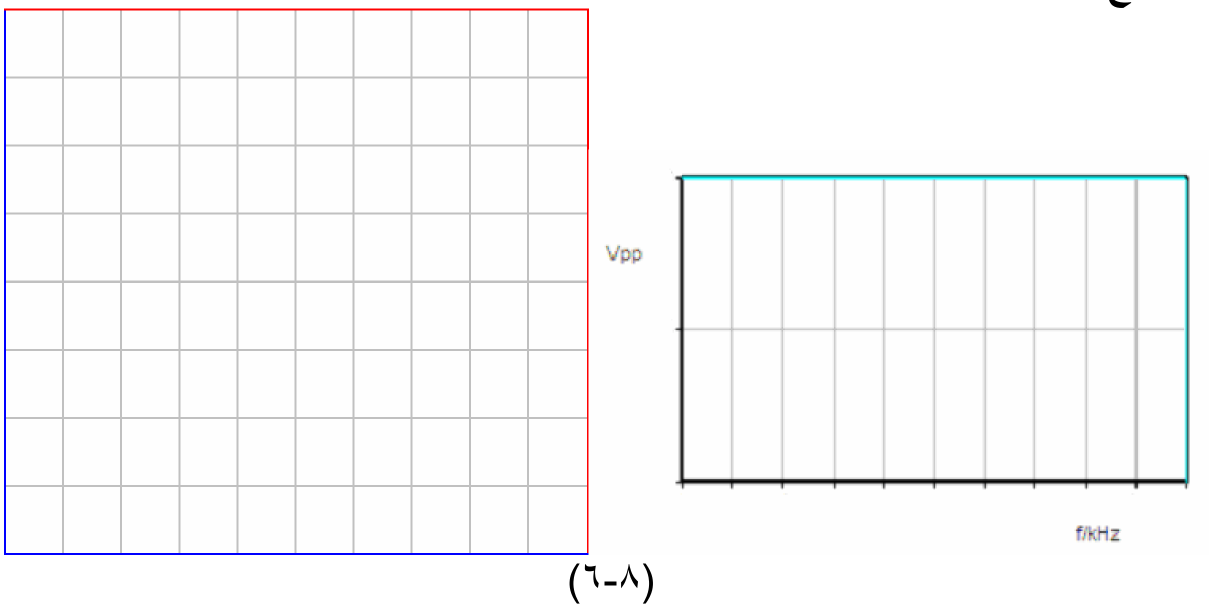
Sine-wave
$f_c = 10$ kHz
$V_{p\text{-}p} \approx 7.5$ V
$F_c(t) = 7.5\sin(2\pi f_c t)$

- **خطوات التجربة:**

١. وصل الدائرة كما في الشكل (٨-٤).
٢. فعل (AM) من خلال شريط المهام.
٣. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
Sine-wave, $f_m = 1$ kHz, $V_{p\text{-}p} = 2$ V, $V_{DC} = 1.7$ V
٤. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 500 μs, curve = Y_1
٥. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (٨-٦).
٦. احسب قيمة التردد لـ (lower sideband) و (upper sideband).
٧. احسب قيمة عرض النطاق لناتج التضمين.
٨. أعد توصل الدائرة كما في الشكل (٨-٥).
٩. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
Sine-wave, $f_m = 1$ kHz, $V_{p\text{-}p} = 2.5$ V, $V_{DC} = 0$ V

١٠. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 500 μs, curve = Y_1
١١. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (٨-٧).
١٢. احسب قيمة التردد لـ (lower sideband) و (upper sideband).
١٣. احسب قيمة عرض النطاق لناتج التضمين.
١٤. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
Triangular-wave, $f_m = 1$ kHz, $V_{p\text{-}p} = 2.5$ V, $V_{DC} = 0$ V
١٥. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 500 μs, curve = Y_1
١٦. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (٨-٨).
١٧. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:
Square-wave, $f_m = 1$ kHz, $V_{p\text{-}p} = 2.5$ V, $V_{DC} = 0$ V
١٨. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 500 μs, curve = Y_1
١٩. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (٨-٩).

- **النتائج:**

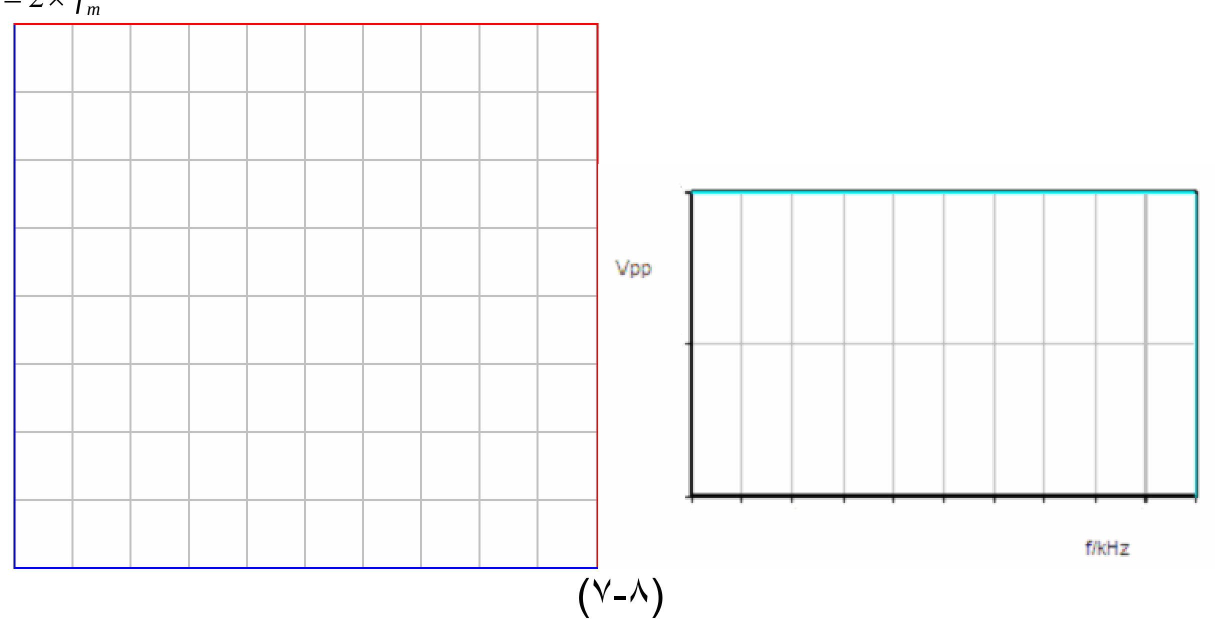


(٨-٦)

$$f_{LSB} = f_c - f_m$$

$$f_{USB} = f_c + f_m$$

$$\text{BW} = 2 \times f_m$$

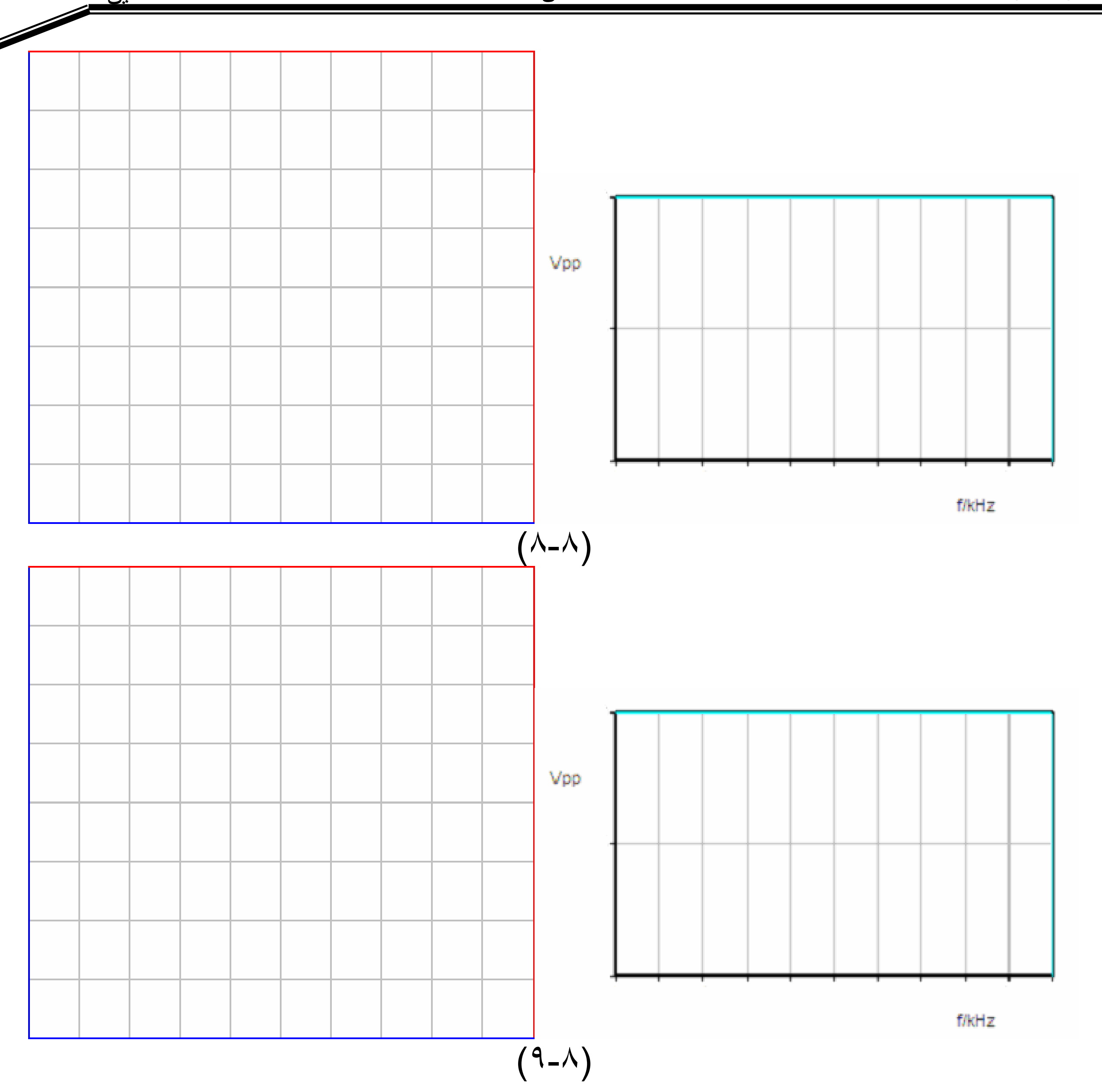


(٨-٧)

$$f_{LSB} = f_c - f_m$$

$$f_{USB} = f_c + f_m$$

$$\text{BW} = 2 \times f_m$$



(٨-٨)

(٨-٩)

- **أسئلة حول الدرس:**

١. ما هي الطريقتان التي من خلالها، يمكن توليد (AM DSBFC)؟

٢. عند تغيير نوع إشارة المعلومة، ما هو التغير الذي حصل؟

- **الاستنتاج:**

رقم التجربة ٩

اسم التجربة حساب معامل تضمين AM

- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة معرفة كيفية حساب معامل التضمين، ونسبة التضمين.

- **الشرح:**

معامل التضمين: يمثل مقدار تغير السعة في تضمين (AM)

ونسبة التضمين: هو نسبة معامل التضمين من (١٠٠%).

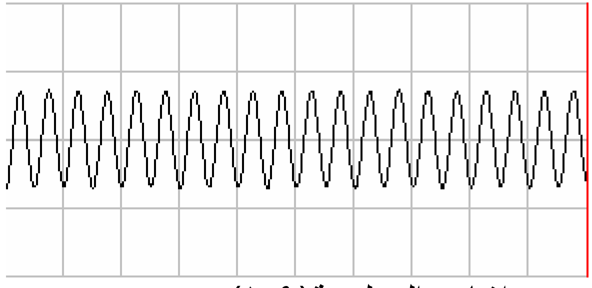
$$m = \frac{E_m}{E_c}$$

$$E_m = \frac{1}{2}(V_{\max} - V_{\min})$$

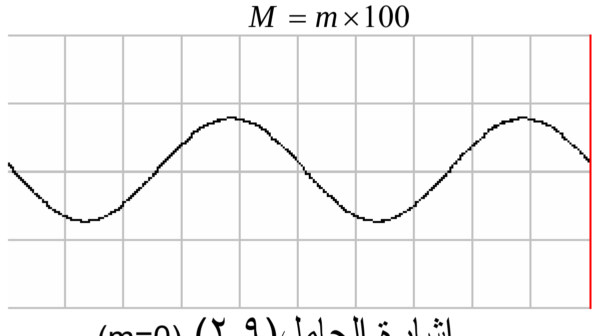
$$E_c = \frac{1}{2}(V_{\max} + V_{\min})$$

$$m = \frac{(V_{\max} - V_{\min})}{(V_{\max} + V_{\min})}$$

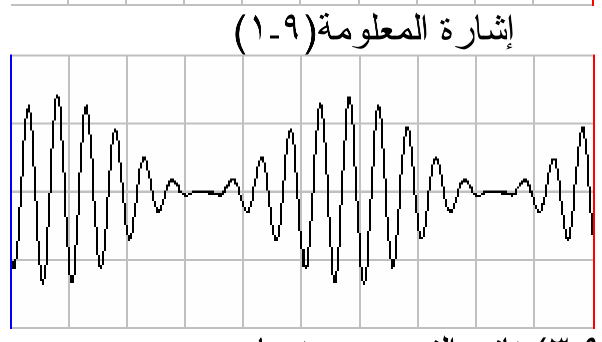
$$M = m \times 100$$



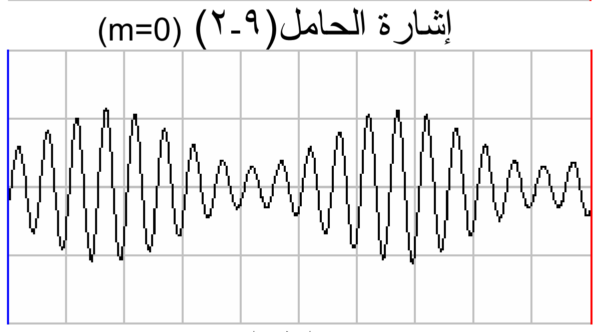
إشارة المعلومة(٩-١)



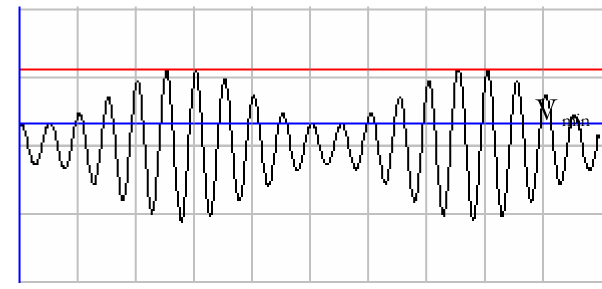
إشارة الحامل(٩-٢) (m=0)



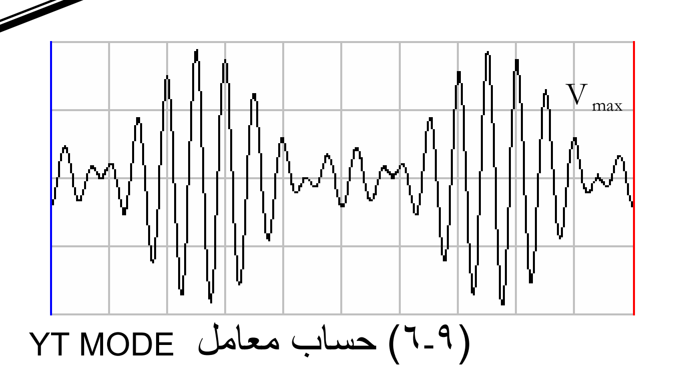
(٩-٣) ناتج التضمين عندما m<1



(٩-٤) ناتج عملية التضمين عندما m=1



(٩-٥) ناتج عملية التضمين عندما m>1



(٩-٦) حساب معامل YT MODE

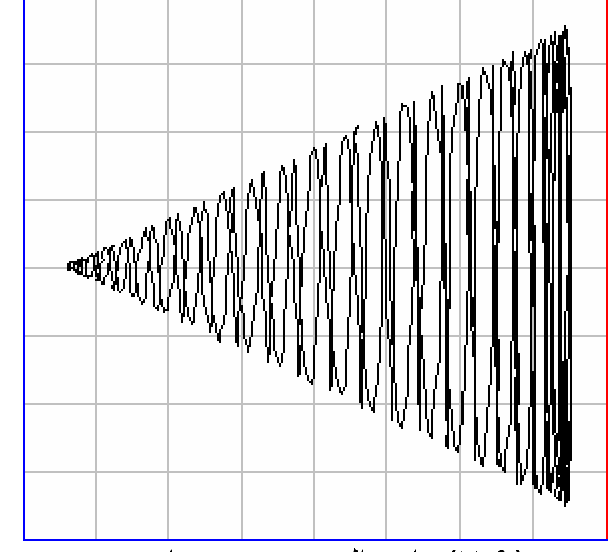
التضمين بطريقة (YT)

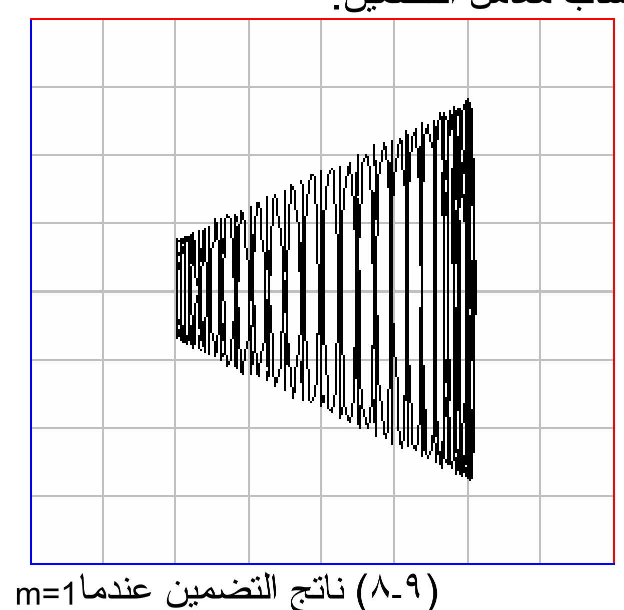
الشكل (٩-١) يوضح إشارة المعلومة والشكل (٩-٢) يوضح إشارة الحامل. و معامل التضمين يكون له أربع حالات:

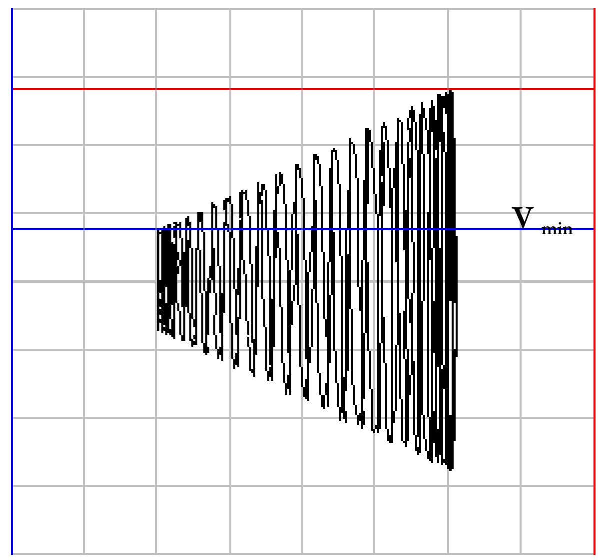
a. No-modulation	m=0	انظر الشكل(٩-٢)
b. Under-modulation	m<1	انظر الشكل(٩-٣)
c. Full-modulation	m=1	انظر الشكل(٩-٤)
d. Over modulation	m>1	انظر الشكل(٩-٥)

وتسمى هذه الطريقة التي من خلالها يظهر الرسم ليتم حساب معامل التضمين (YT mode). والشكل(٩-٦) يوضح كيفية حساب معامل التضمين من الرسم.

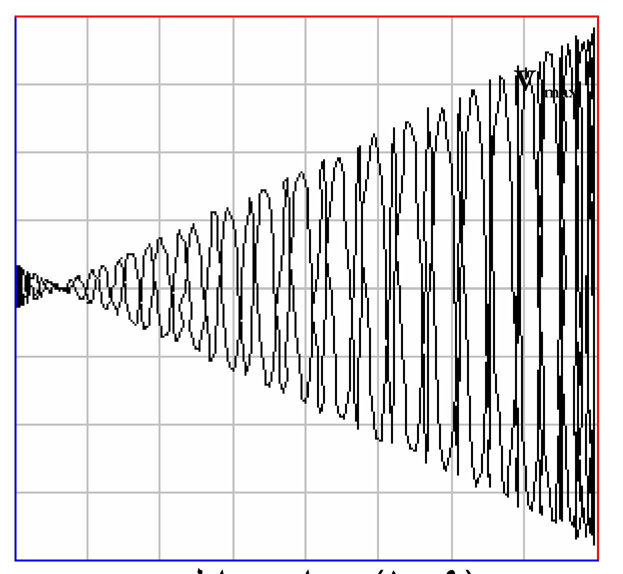
وهناك طريقة أخرى من خلالها يظهر الرسم ليتم حساب معامل التضمين(modulation trapezoid or XY mode) وانظر كيفية ظهور الرسم في هذه الطريقة في الشكل:(٩-٧ ، ٩-٨، ٩-٩). وانظر كيفية حساب معامل التضمين من خلال الشكل (٩-١٠)، ويطبق نفس القانون الذي استخدم في الطريقة الأولى لحساب معامل التضمين.


(٩-٧) ناتج التضمين عندما m<1


(٩-٨) ناتج التضمين عندما m=1

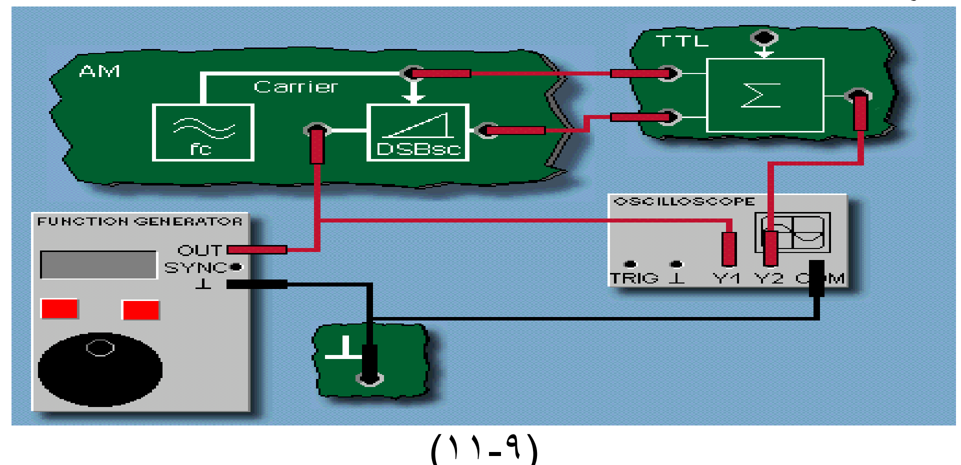


(٩-٩) ناتج التضمين عندما m>1



(٩-١٠) حساب معامل التضمين بطريقة (YT) XY MODE

- **رسمة الدائرة:**



(٩-١١)

- **خطوات التجربة:**

١. وصل الدائرة كما في الشكل (٩-١١).
٢. فعل (AM) من خلال شريط المهام.
٣. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :

$$\text{Sine-wave},\ f_m = 1\ kH_z,\ V_{p\text{-}p} = 2.5\ V,\ V_{DC} = 0\ V$$

٤. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:

$$Y_1/div = 5\ V,\ X/div = 500\ \mu s,\ curve = Y_٢$$

٥. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن ، في الشكل (٩-١٢).
٦. احسب قيمة الـ (coefficient of modulation) و (percent modulation) باستخدام طريقة (YT mode).
٧. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :

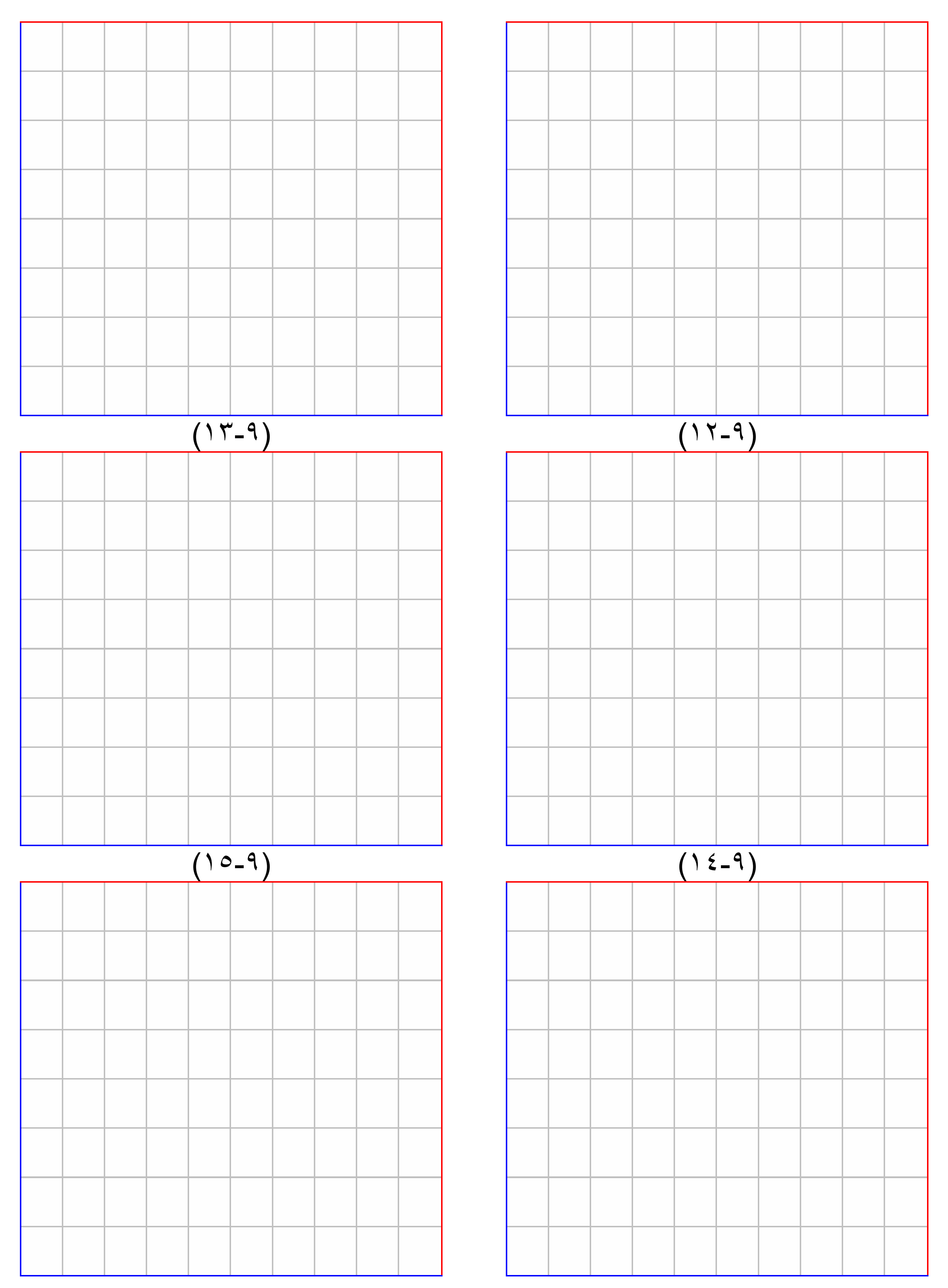
$$\text{Sine-wave},\ f_m = 1\ kH_z,\ V_{p\text{-}p} = 3.4\ V,\ V_{DC} = 0\ V$$

٨. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:

$$Y_1/div = 5\ V,\ X/div = 200\ \mu s,\ curve = Y_٢$$

٩. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن ، في الشكل (٩-١٣).
١٠. احسب قيمة الـ (coefficient of modulation) و (percent modulation) باستخدام طريقة (YT mode).
١١. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 1$ kHz, $V_{p-p} = 5.5$ V, $V_{DC} = 0$ V
١٢. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 200 μs, curve = Y_2
١٣. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن ، في الشكل (٩-١٤).
١٤. احسب قيمة الـ (coefficient of modulation) و (percent modulation) باستخدام طريقة (YT mode).
١٥. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 200$ Hz, $V_{p-p} = 2.5$ V, $V_{DC} = 0$ V
١٦. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 500 mV, Y_2/div = 2 V, X/div = 500 μs, curve = XY
١٧. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن ، في الشكل (٩-١٥).
١٨. احسب قيمة الـ (coefficient of modulation) و (percent modulation) باستخدام طريقة (XT mode).
١٩. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 200$ Hz, $V_{p-p} = 3.4$V, $V_{DC} = 0$ V
٢٠. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 500 mV, Y_2/div = 2 V, X/div = 500 μs, curve = XY
٢١. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن ، في الشكل (٩-١٦).
٢٢. احسب قيمة الـ (coefficient of modulation) و (percent modulation) باستخدام طريقة (XT mode).
٢٣. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 200$ Hz, $V_{p-p} = 5.5$ V, $V_{DC} = 0$ V
٢٤. افتح جهاز (oscilloscope) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 500 mV, Y_2/div = 2 V, X/div = 500 μs, curve = XY
٢٥. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن ، في الشكل (٩-١٧).
٢٦. احسب قيمة الـ (coefficient of modulation) و (percent modulation) باستخدام طريقة (XT mode).

- **النتائج:**



(٩-١٢)

(٩-١٣)

(٩-١٤)

(٩-١٥)

(٩-١٦) (٩-١٧)

$$m = \frac{(V_{max} - V_{min})}{(V_{max} + V_{min})}$$

$$M = m \times 100$$

	V_{max}	V_{min}	m	M	Modulation condition
Step-06					
Step-10					
Step-14					
Step-18					
Step-22					
Step-26					

جدول (٩-١)

- **أسئلة حول الدرس:**

١. ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة :

- معامل التضمين يزيد عندما:

أ. السعة لإشارة المعلومة تزيد. (   )

ب. السعة لإشارة الحامل تزيد. (   )

٢. هل يمكن حساب معامل التضمين في تضمين السعة إذا لم توجد إشارة حامل؟

____

- **الاستنتاج:**

____

رقم التجربة ١٠

اسم التجربة AM (SSB)

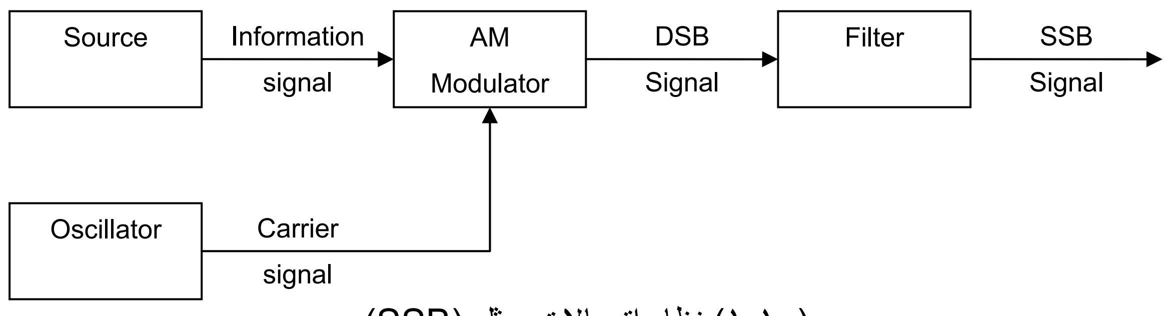
- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة دراسة (AM-SSB) single sideband AM)).

- **الشرح:**

سبق في الدرس الماضي دراسة تضمين السعة، وكيفية حساب معامل التضمين له، ولكن تضمين السعة (AM-DSB) يوجد له عيبان تقلل من الاستفادة منه بشكل جيد، وهي:

١. كمية الطاقة المستهلكة في عملية الاتصال من الأمور المهمة، والتي يجب أخذها في الحسبان في جميع أنظمة الاتصالات. ونجد الإشارة في (AM-DSB)تستهلك طاقة كبيرة وذلك:
لوجود ثلاث مركبات، مركبتين توجد فيهما المعلومة مكررة، ومركبة لإظهار قيمة الحامل في المستقبل وتستهلك ثلثي الطاقة، مع أننا لا نحتاج إلا إلى تردد الحامل ولا نحتاج إلى قيمة سعة الحامل.
٢. قيمة عرض النطاق المحجوزة كبيرة، حيث إنها المسافة بين (LSB) و (USB)، وهذا يعني أن المعلومة سوف تحجز عرض نطاق كبير من القناة. مع أن (LSB) و (USB) كلاهما يوجد عليه المعلومة، فيمكن الاستغناء عن أحد المركبتين.



(١٠-١) نظام اتصالات يمثل (SSB)

وباستخدام الفلتر فإنه سوف نستطيع التخلص من هذين العيبين. حيث يتم استخدامه بعد عملية التضمين، فتتحول الإشارة من (AM-DSB) إلى (AM-SSB).
(AM-SSB) له العديد من الأنواع في أنظمة الاتصالات، تعطي عرض نطاق مختلف، وكذلك تستهلك كمية من الطاقة مختلفة. ومن أهم أنواعه:

أ- AM single sideband full carrier (SSBFC):
في هذا النوع يتم إرسال أحد المركبتين للمعلومة فقط، مع إظهار مركبة الحامل واستهلاكها كامل طاقتها.

ب- AM single sideband suppressed carrier (SSBSC):
في هذا النوع يتم إرسال مركبة واحدة للمعلومة، مع عدم ظهور مركبة الحامل.

ج- AM single sideband reduced carrier (SSBRC):

في هذا النوع يتم إرسال مركبة واحدة للمعلومة، مع جزء من مركبة الحامل.

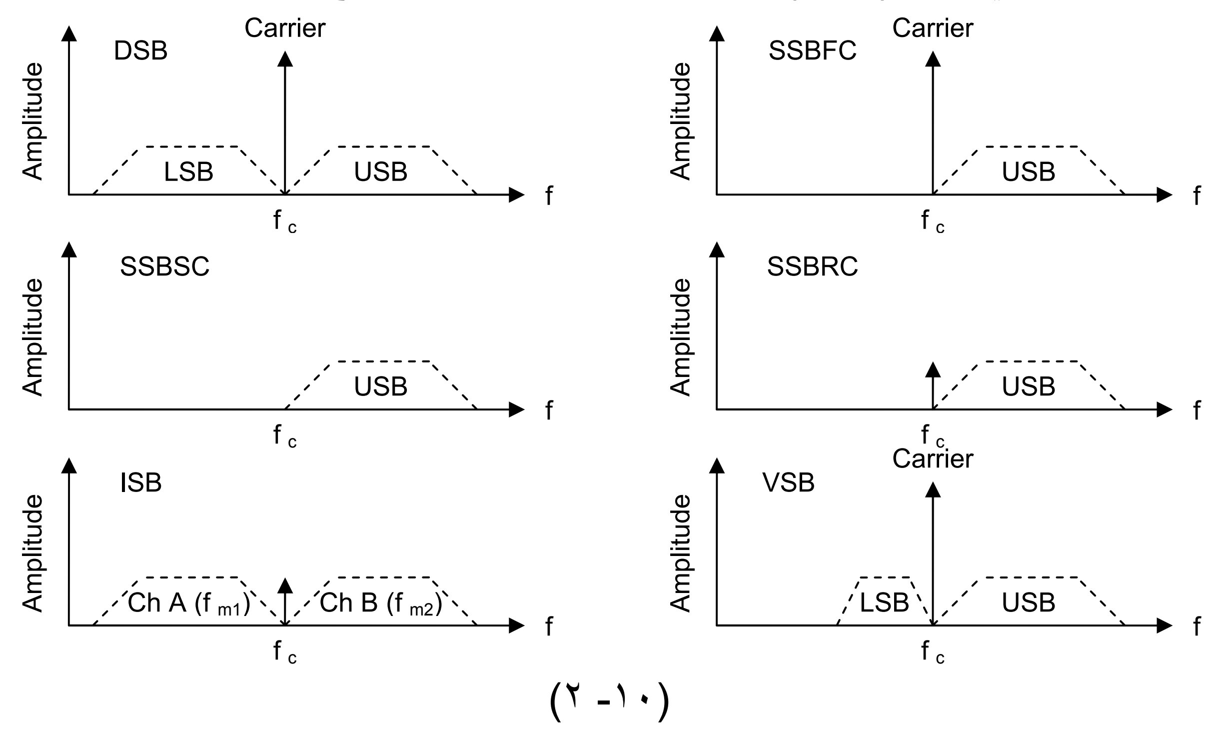
د- AM independent sideband (ISB):

في هذا النوع يتم إرسال مركبتين لمعلومتين مختلفتين، مع جزء من مركبة الحامل.

هـ- AM vestigial sideband (VSB):

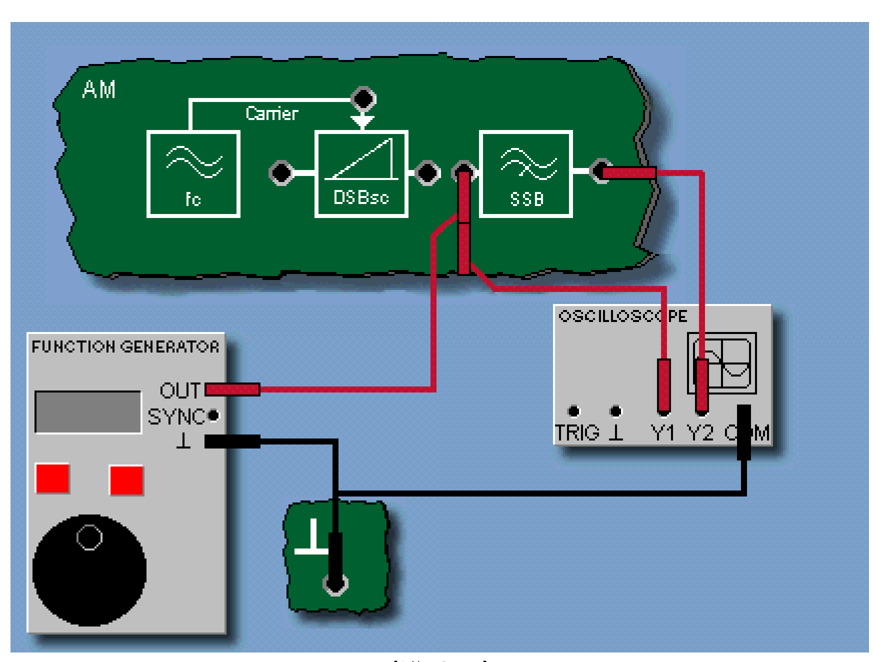
في هذا النوع يتم إرسال مركبة واحدة كاملة للمعلومة، مع جزء من مركبة الحامل وجزء من المركبة الأخرى للمعلومة.

وتجد في الشكل(١٠-٢) الرسومات الموضحة لهذه الأنواع:

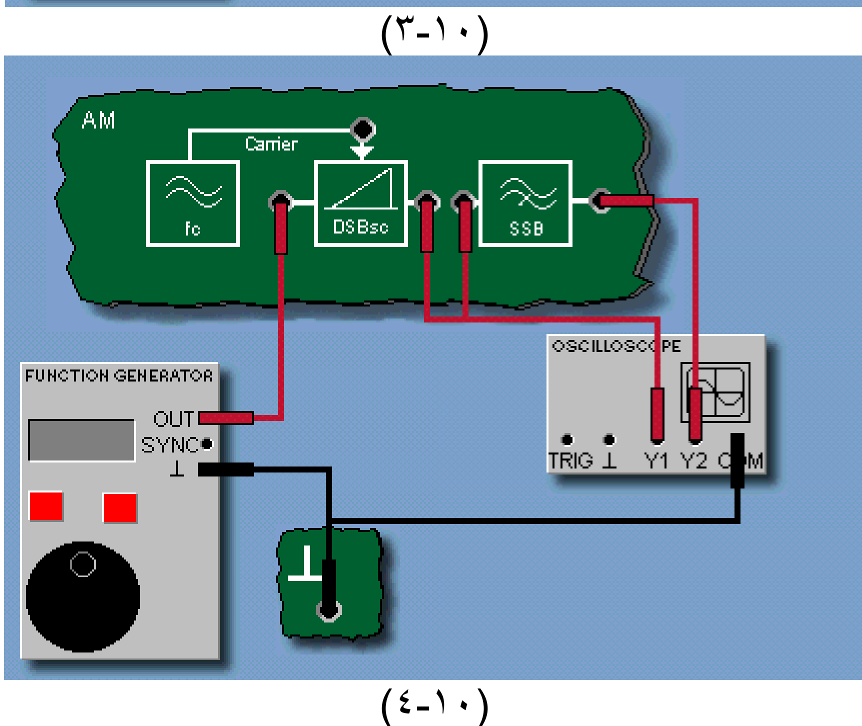


(١٠-٢)

- **رسمة الدائرة:**



(١٠-٣)



(١٠-٤)

- **خطوات التجربة:**

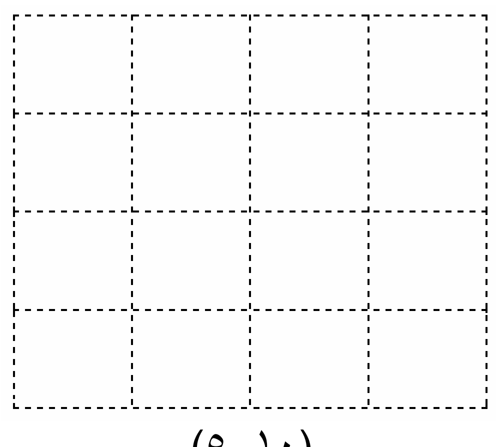
١. وصل الدائرة كما في الشكل (١٠-٣).
٢. فعل (AM) من خلال شريط المهام.
٣. افتح جهاز (bode module) واضبط الإعدادات على:
$f_{min} = 5000\ H_z$, $f_{max} = 25000\ H_z$, steps = 40, $V_{p\text{-}p} = 12$ V, and deactivate the phase. (on)
٤. ابدأ بإجراء القياس لحساب نقطة (cut-off).
٥. ارسم المنحنى الخاص بالفلتر.
٦. قم بحساب نقطة الـ (cut-off) للفلتر.
٧. وصل الدائرة كما في الشكل (١٠-٤).
٨. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 2.5\ kH_z$, $V_{p\text{-}p} = 1$ V, $V_{DC} = 1.7$ V
٩. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 200 µs, curve = Y٢, T_{source} = OFF
١٠. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق التردد، في الشكل (١٠-٦). وأكمل الجدول (١٠-١).
١١. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 2.5\ kH_z$, $V_{p\text{-}p} = 1$ V, $V_{DC} = 0$ V
١٢. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 200 µs, curve = Y٢
١٣. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق التردد، في الشكل (١٠-٧). وأكمل الجدول (١٠-١).
١٤. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 3.5\ kH_z$, $V_{p\text{-}p} = 3.4$ V, $V_{DC} = 1.7$ V
١٥. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 200 µs, curve = Y٢
١٦. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق التردد ، في الشكل (١٠-٨). وأكمل الجدول (١٠-١).
١٧. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 2\ kH_z$, $V_{p\text{-}p} = 3.4$ V, $V_{DC} = 1.7$ V
١٨. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
Y_1/div = 5 V, X/div = 200 µs, curve = Y١
١٩. ا
رسم ناتج عملية التضمين في نطاق التردد، في الشكل (١٠-٩). وأكمل الجدول (١٠-١).
٢٠. ع
ن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $f_m = 2.5\ kH_z$, $V_{p\text{-}p} = 1$ V, $V_{DC} = 1.7$ V

٢١.
فتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:

$Y_1/div = 5$ V, $X/div = 200$ μs, curve = Y٢

٢٢.
رسم ناتج عملية التضمين في نطاق التردد، في الشكل (١٠-١٠). وأكمل الجدول (١٠-١).

- النتائج:



(٥ -١٠)

$f_{cut-off}$ = ____________ in -3dB

Vpp
f/kHz

(٦-١٠)

Vpp
f/kHz

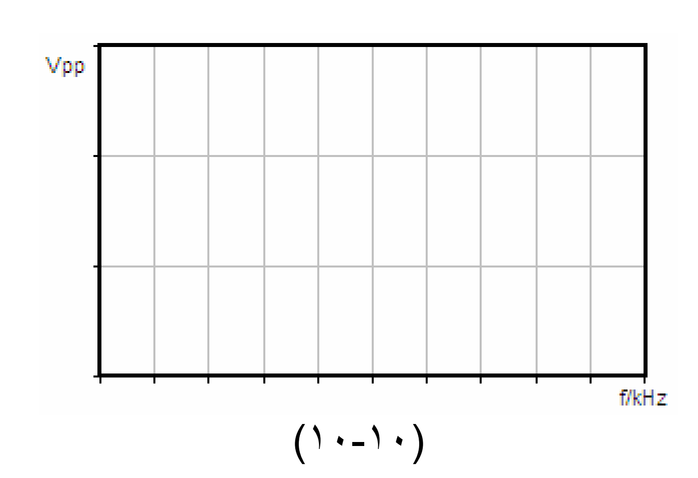
(٧-١٠)

Vpp
f/kHz

(٨-١٠)

Vpp
f/kHz

(٩-١٠)



(١٠-١٠)

Step-10	Frequency	Amplitude
LSB		
Carrier		
USB		
Step-16	Frequency	Amplitude
LSB		
Carrier		
USB		
Step-22	Frequency	Amplitude
LSB		
Carrier		
USB		

Step-13	Frequency	Amplitude
LSB		
Carrier		
USB		
Step-19	Frequency	Amplitude
LSB		
Carrier		
USB		

جدول ١٠-١

- **أسئلة حول الدرس:**

١. كيف يمكن إرسال مركبة واحدة من (DSB-AM)؟

٢. هل مركبة الحامل مهمة لإرسال إشارة المعلومة:

أ- نعم، إذا لم يكن هناك حامل فلا يمكن إرسال إشارة المعلومة.(   )

ب-لا، يمكن إرسال المعلومة بدون وجود حامل.   (   )

- **الاستنتاج:**



أساسيات الاتصالات - عملي

تضمين التردد

تضمين التردد

٤

الوحدة الرابعة: تضمين التردد

رقم التجربة ١١

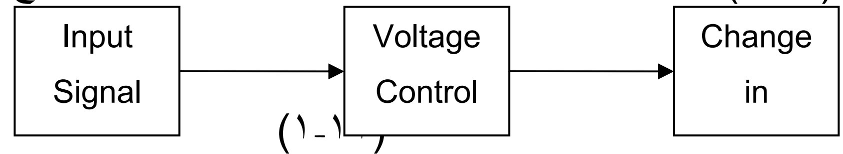
اسم التجربة FM

- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة دراسة المذبذب (VCO) وكيفية الاستفادة منه في تضمين التردد (FM).

- **الشرح:**

يعتبر (VCO) من أنواع المذبذبات، وتعتمد فكرة هذا المذبذب على أن الدخل يكون له عبارة عن جهد يتم من خلاله التحكم بخرج المذبذب والذي يكون عبارة عن تردد. ويوضح الشكل(١١-١) مثالا له، فعندما نجعل الدخل صفر فولت، فإن الخرج سوف يكون تردده صفراً.



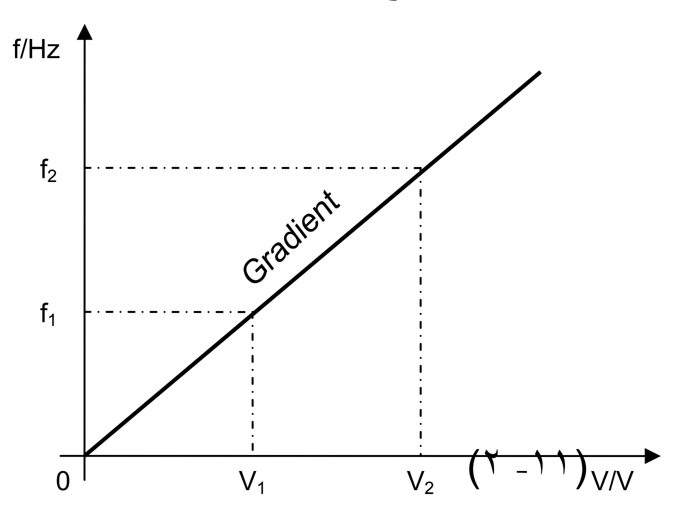
(١١-١)

وعند زيادة قيمة الدخل سوف نجد أن قيمة تردد الخرج سوف تزيد بعلاقة طردية. كما هو ظاهر في الشكل (١١-٢).

ومن خلال هذه الخاصية لهذا المذبذب، تستطيع الاستفادة منه لعمل مضمن التردد (FM) وذلك بالتحكم بقيمة التردد للخرج عن طريق جهد الدخل. وعندما نجعل الدخل للمذبذب (VCO) عبارة عن موجة جيبية أو مربعة، فإن إشارة الخرج سوف تكون موجة جيبية أو مربعة.

بقي سؤال بعد معرفة العلاقة بين التردد للخارج وجهد الدخل، وهو ما مقدار الزيادة التي سوف تطرأ على التردد عند زيادة الجهد؟

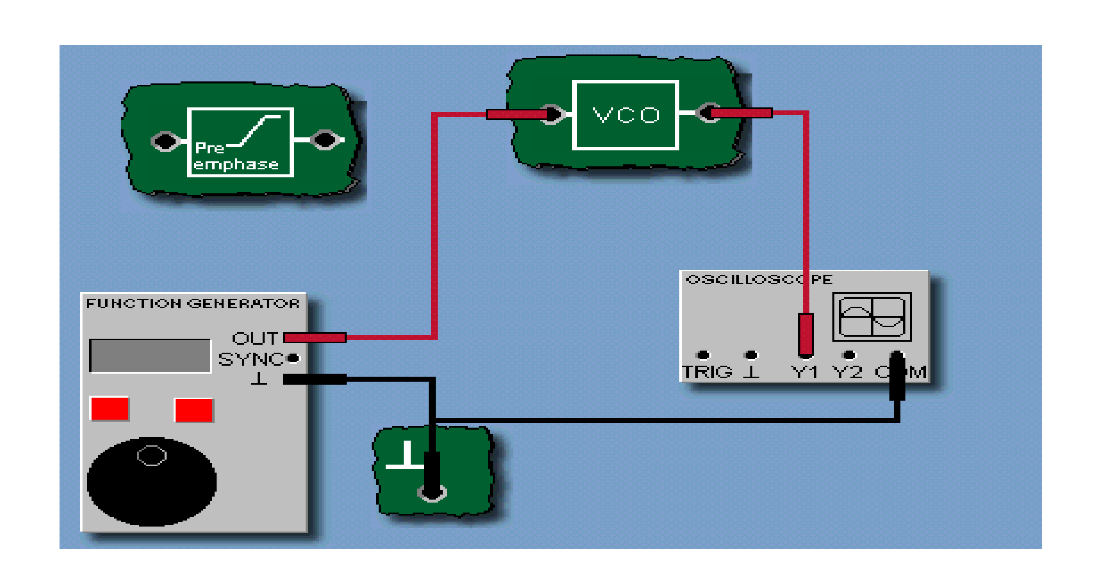
ويمكـن معرفـة ذلـك مـن خـلال حـساب نـسبة التـضمين (coefficient modulator (K))للمذبذب (VCO) وذلك أن نـوع (VCO) يحدد مقدار هذه الزيـادة، ويكـون حساب هذه النسبة من خلال منحنى العلاقة بين الجهد و تردد الخرج، وتطبيق قانون نسبة التضمين:



(١١-٢)

$$k = \frac{f_2 - f_1}{V_2 - V_1} Hz/V$$

- **رسمة الدائرة:**



(١١-٣)

- **خطوات التجربة:**

١. وصل الدائرة كما في الشكل (١١-٣).
٢. فعل (FM) من خلال شريط المهام.
٣. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
DC, $V_{DC} = 0$ V
٤. افتح جهاز (frequency counter) واضبط لوحة التحكم على:.trigger = +Y1
٥. اجعل المقاومة المتغيرة للسعة على أعلى قيمة.
٦. اضبط المقاومة المتغيرة للتردد بحيث يكون تردد الخرج للمذبذب (10kHz)
٧. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, DC, $V_{DC} = -10$ V
٨. قم بقياس التردد عن طريق جهاز (frequency counter).
٩. قم بزيادة الجهد بمقدار (2.5V)، وأعد الخطوة رقم (٨) حتى تصل قيمة الجهد إلى (10V).
وقم بإكمال الجدول (١١-١).
١٠. من خلال نتائج الجدول (١١-١) الرسم العلاقة بين جهد الدخل وتردد الخرج.
١١. قم بحساب (modulation coefficient k) *من خلال نقطتين بين* ($V_{IN} = 0V$).

- **النتائج:**

IN (V)	-10	-7.5	-5	-2.5	0	2.5	5	7.5	10
OUT (H_z)									

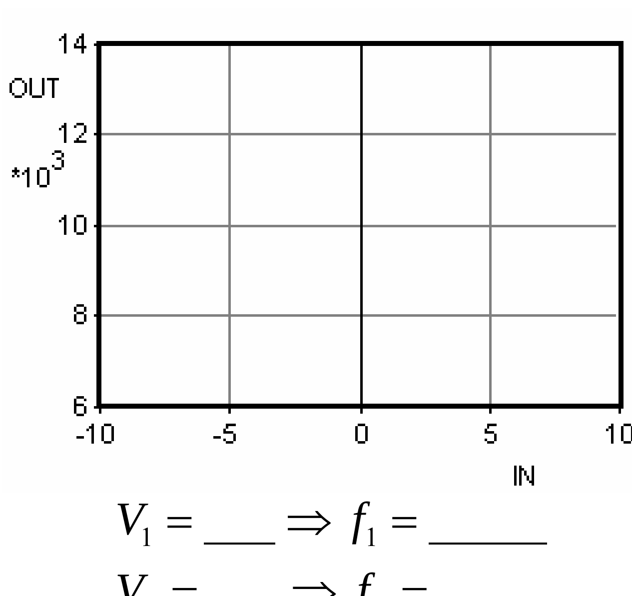


Fig. 1-3

$$V_1 = ___ \Rightarrow f_1 = _____$$

$$V_2 = ___ \Rightarrow f_2 = _____$$

$$k = \frac{f_1 - f_2}{V_1 - V_2}$$

$$k =$$

- **أسئلة حول الدرس:**

١. ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة، و (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

أ- جهد إشارة المعلومة يؤثر على جهد خرج (VCO). (   )

ب- (VCO) يستخدم في تضمين السعة. (   )

ج- (Modulator coefficient) يبين مقدار تغير التردد لـ (VCO). (   )

٢. من خلال الجدول (١١-١) والرسمة (١١-٢)، ما هي العلاقة بين جهد الدخل وتردد الخرج؟

٣. ما هي الفائدة من دراسة منحنى معامل التضمين (Modulator coefficient)؟

- **الاستنتاج:**

رقم التجربة ١٢

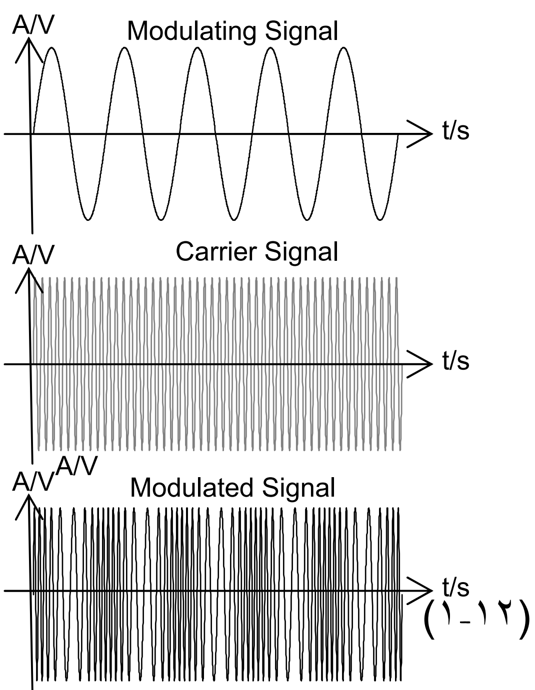
اسم التجربة حساب معامل تضمين FM

- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة دراسة تضمين التردد (FM)، وكيفية حساب المعاملات له.

- **الشرح:**

تضمين التردد والطور كلاهما يمثلان (angle modulation)، ففي تضمين الطور (PM) سوف تؤثر إشارة المعلومة على طور الموجة الحاملة. وفي تضمين التردد (FM) فإن إشارة المعلومة سوف تؤثر في تردد الحامل. والشكل (١٢-١) يوضح تضمين التردد (FM) وكيفية تأثير إشارة المعلومة على الحامل.



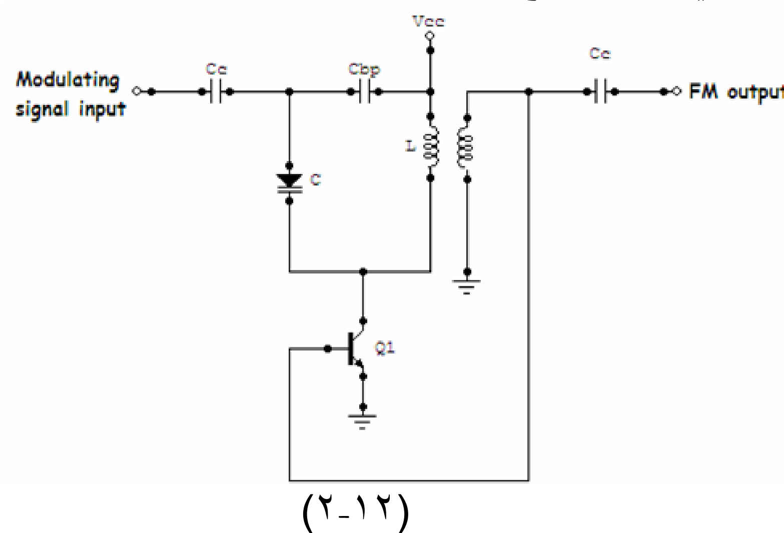
(١٢-١)

ويمكن تمثيل تضمين التردد رياضيا من خلال هذه المعادلة:

$$m(t) = V_c \cos[\omega_c t + \theta(t)]$$

$$m(t) = V_c \cos[\omega_c t + m\cos(\omega_m t)]$$

والشكل (١٢-٢) يمثل تصميم بسيط لأحد أنواع المذبذب (VCO) الذي يستخدم في تضمين التردد، حيث يعمل (diode) على تحويل تأثير سعة إشارة المعلومة إلى تغير في تردد الخرج.



(١٢-٢)

ويمكن حساب أقصى قيمة لتردد المذبذب من خلال هذا القانون:

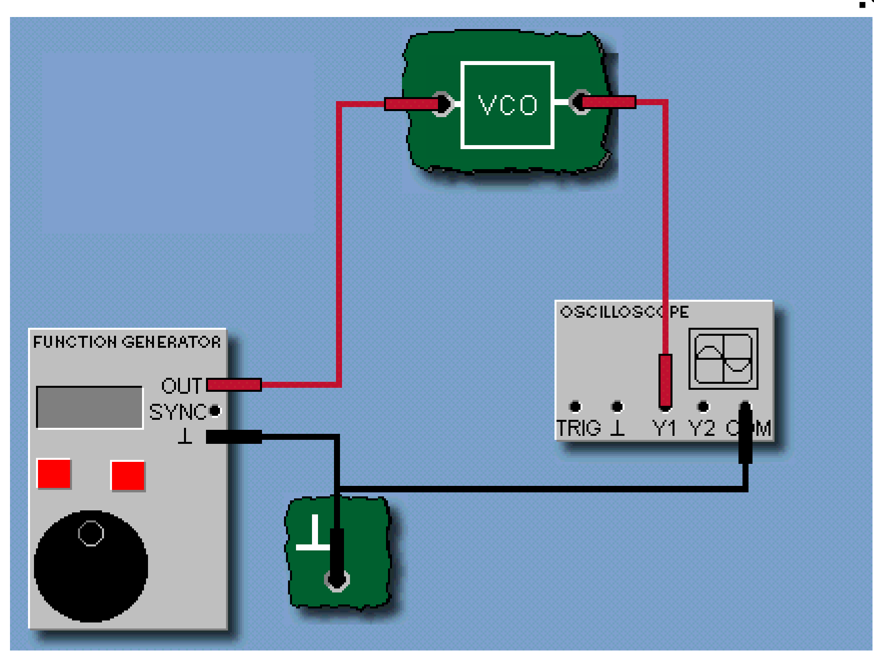
$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ويمكن حساب معامل التضمين ومقدار أقصى تغير للتردد من خلال:

$$m = \frac{k \times V_m}{f_m} = \frac{\Delta f}{f_m}$$

$$\Delta f = k \times V_m$$

- **رسمة الدائرة:**

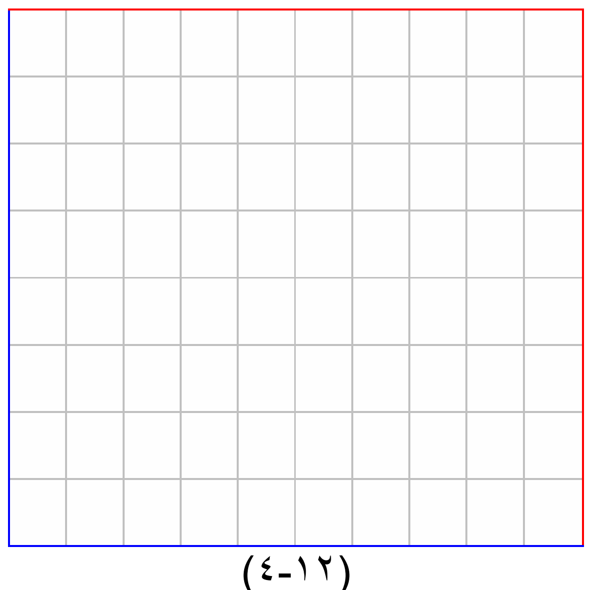


(١٢-٣)

- **خطوات التجربة:**

١. وصل الدائرة كما في الشكل (١٢-٣).
٢. فعل (FM) من خلال شريط المهام.
٣. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
$DC, V_{DC} = 0$ V
٤. افتح جهاز (frequency counter) واضبط لوحة التحكم على:
trigger = +Y1
٥. اجعل المقاومة المتغيرة للسعة على أعلى قيمة.
٦. اضبط المقاومة المتغيرة للتردد بحيث يكون تردد الخرج للمذبذب ($10kH_z$)
٧. اضبط لوحة التحكم على: trigger = OFF
٨. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $V_{p\text{-}p} = 20$ V, $f_m = 1$ kH_z, $V_{DC} = 0$ V.
٩. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
curve = Y_1, $f_{min} = 0$ kH_z, $f_{max} = 20$ kH_z, $Y_1/div = 5V$, $X/div = 200\mu s$.
١٠. ارسم ناتج تضمين التردد في نطاق التردد، في الشكل (١٢-٤)
١١. قم بحساب : μ ، B_{FM} ، ΔF. واجعل: $k = 280$ H_z / V
١٢. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $V_{p\text{-}p} = 10$ V, $f_m = 1.5$ kH_z, $V_{DC} = 0$ V.
١٣. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
curve = Y_1, $f_{min} = 0$ kH_z, $f_{max} = 20$ kH_z, $Y_1/div = 5V$, $X/div = 200\mu s$.
١٤. ارسم ناتج تضمين التردد في نطاق التردد، في الشكل (١٢-٥)
١٥. قم بحساب : μ ، B_{FM} ، ΔF. واجعل: $k = 280$ H_z / V

- **النتائج:**



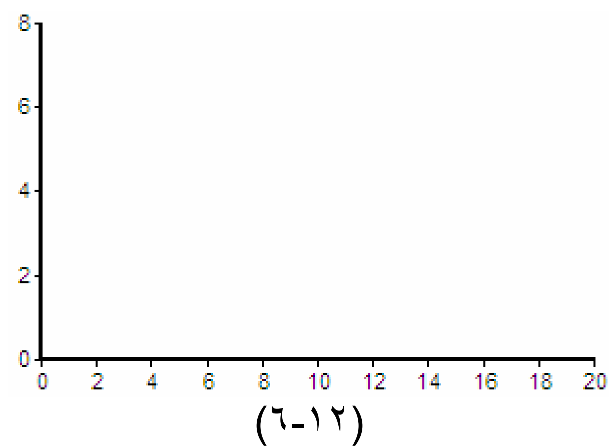
(١٢-٤)

8 6 4 2 0

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

(١٢-٥)

$m = \frac{k \times V_m}{f_m}, \text{use } V_m = V_p$ $B_{FM} = 2 \times (m+1) \times f_m =$ $\Delta f = k \times V_m =$



(١٢-٦)

$m = \frac{k \times V_m}{f_m}, \text{use } V_m = V_p$ $B_{FM} = 2 \times (m+1) \times f_m =$ $\Delta f = k \times V_m =$

- **أسئلة حول الدرس:**

١. في (angle modulation) ما هي العناصر التي سوف يتم التأثير عليها من الحامل؟
أ. السعة و الطور. ( )
ب. التردد و السعة. ( )
ج. التردد و الطور. ( )

٢. ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة، و (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:
أ. إشارة المعلومة تؤثر على الطور للحامل في (PM). ( )
ب. (FM modulators) يصمم من خلال المذبذب (VCO). ( )
ج. جهد الدخل يؤثر على جهد الـ (VCO). ( )
د. (Modulator coefficient) يعتمد على نوع الـ (VCO) ( )
هـ. إشارة المعلومة تؤثر على السعة للحامل في (FM) ( )

٣. ما هي المعاملات التي يتم حسابها من خلال تضمين التردد (FM)؟
أ. ______________________________
ب. ______________________________
ج. ______________________________

٤. في تضمين التردد (FM) يتم حساب عرض النطاق من خلال قانون (Carson bandwidth)، هل توجد مركبات في تضمين التردد خارج عرض النطاق المحسوب بطريقة (Carson bandwidth)؟

____
____
____
____
____

- **الاستنتاج:**

____
____
____
____
____
____
____

رقم التجربة ١٣

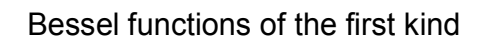
اسم التجربة حساب معامل تضمين FM

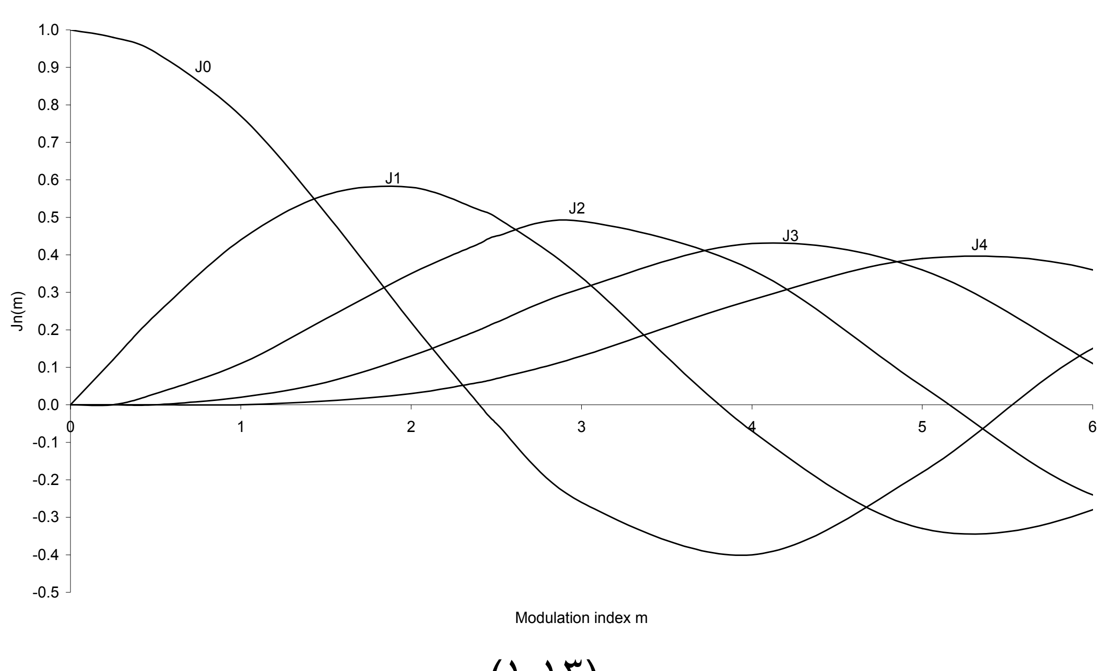
- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة إكمال دراسة تضمين التردد (FM). وذلك بدراسة طريقة أخرى لحساب معامل التضمين (3-line method).

- **الشرح:**

في الدرس السابق تعرفنا على كيفية حساب معامل التضمين وذلك من خلال معرفة قيمة إشارة المعلومة، وفي هذا الدرس سوف نأخذ طريقة جديدة لحساب معامل التضمين ولكنها تعتمد على رسمة الخرج، كما في الشكل(١٣-١).





(١٣-١)

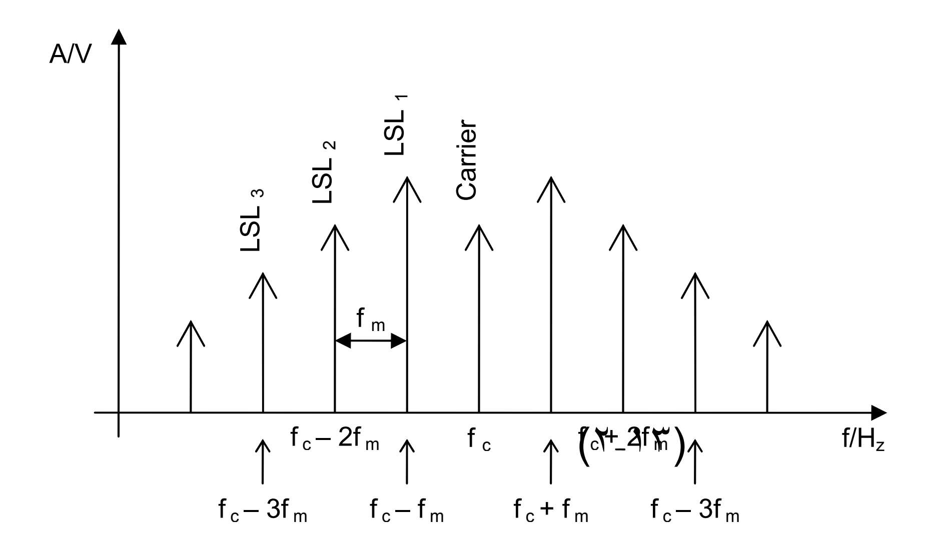
$$\mu = \frac{2 \times n \times J_n(\mu)}{J_{n+1}(\mu) + J_{n-1}(\mu)}$$

المعادلة (١٣-١) تبين القانون المطبق في هذه الطريقة، وهو يعتمد على اخذ ثلاث قيم لسعة المركبات تكون متتالية، قبل قيمة الحامل، فمثلا عند ($n = 2$) فهذا يعني أننا سوف نأخذ أول ثلاث مركبات قبل الحامل، نسميها:
(LSL_1, LSL_2 , LSL_3) كما في الشكل (١٣-٢)، وعند التعويض في القانون فإن الناتج سوف يكون ما في المعادلة (١٣-٢):

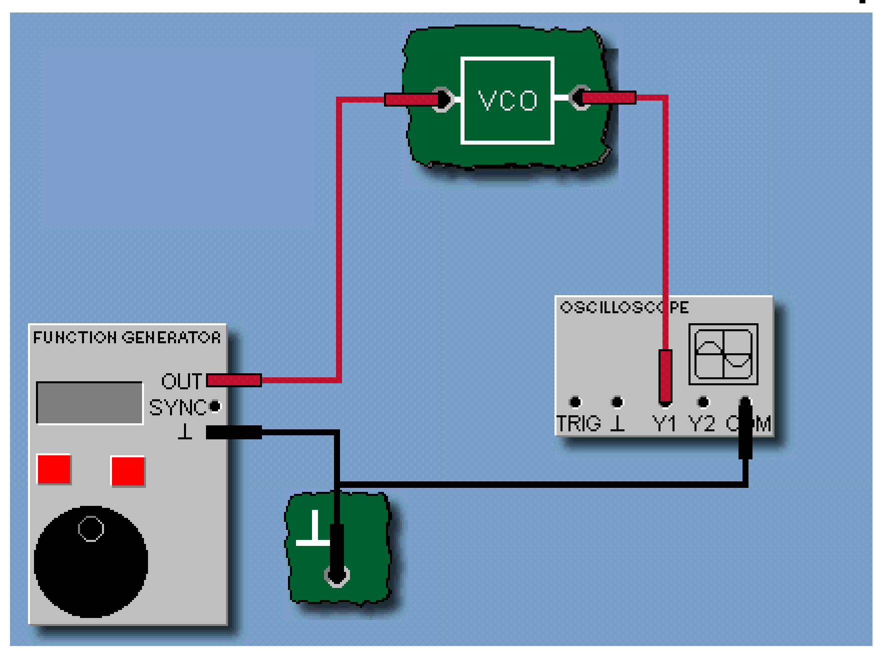
$$\mu = \frac{4 \times LSL_2}{LSL_1 + LSL_3} \qquad (١٣-٢)$$

ملحوظة:

LSL: mains Lower Side Line.



- **رسمة الدائرة:**



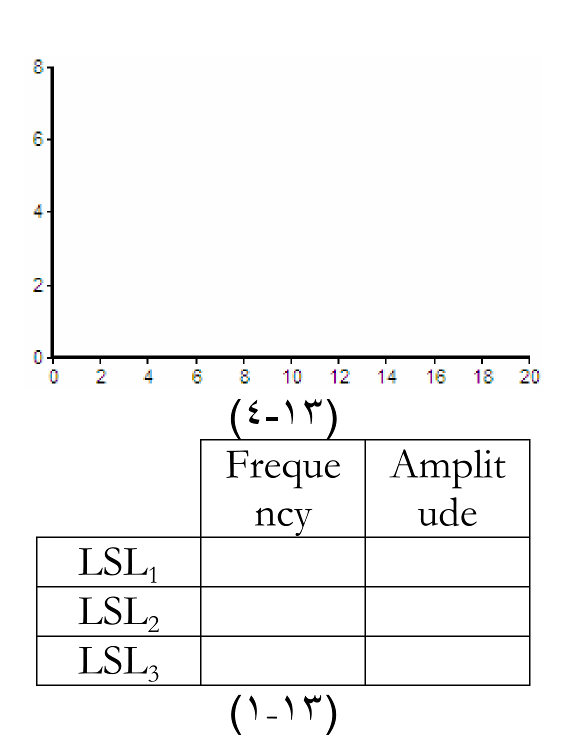
(٣-١٣)

- **خطوات التجربة:**

١. وصل الدائرة كما في الشكل (٣-١٣).
٢. فعل (FM) من خلال شريط المهام.
٣. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
DC, $V_{DC} = 0$ V
٤. افتح جهاز (frequency counter) واضبط لوحة التحكم على:
trigger= +Y1
٥. اجعل المقاومة المتغيرة للسعة على أعلى قيمة.
٦. اضبط المقاومة المتغيرة للتردد بحيث يكون تردد الخرج للمذبذب ($10kH_z$)
٧. اضبط لوحة التحكم على: trigger = OFF
٨. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $V_{p-p} = 20$ V, $f_m = 1$ kH_z, $V_{DC} = 0$ V
٩. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
curve = Y_1, $f_{min} = 0$ kH_z, $f_{max} = 20$ kH_z, Y_1/div = 5V, X/div = 200μs
١٠. ارسم ناتج تضمين التردد في نطاق التردد، في الشكل (٤-١٣)
١١. قم بحساب الترددات والسعة للمركبات: (LSL) وتعبئتها في الجدول (١-١٣).
١٢. قم بحساب : μ ، ΔF ، وعرض النطاق بطريقة (Carson bandwidth) و طريقة (Bessel).
١٣. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :
Sine-wave, $V_{p-p} = 10$ V, $f_m = 1.5$ kH_z, $V_{DC} = 0$ V
١٤. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:
curve = Y_1, $f_{min} = 0$ kH_z, $f_{max} = 20$ kH_z, Y_1/div = 5V, X/div = 200μs

١٥. ارسم ناتج تضمين التردد في نطاق التردد، في الشكل (١٣-٥)
١٦. قم بحساب الترددات و السعة للمركبات: (LSL) وتعبئتها في الجدول (١٣-٢).
١٧. قم بحساب : μ ، ΔF ، وعرض النطاق بطريقة (Carson bandwidth) و طريقة (Bessel).

- النتائج:



(١٣-٤)

	Frequency	Amplitude
LSL_1		
LSL_2		
LSL_3		

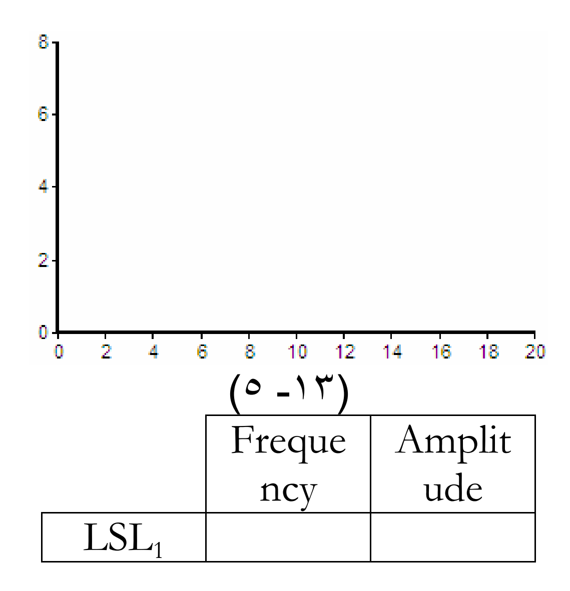
(١٣-١)

$$\Delta f = kV_m$$

$$m = \frac{4LSL_2}{LSL_1 + LSL_3}$$

$$B = 2(n \times f_m), n = 3$$

$$B = 2(\Delta f + f_m)$$



(١٣- ٥)

	Frequency	Amplitude
LSL_1		

		LSL_2

(٢-١٣)

$$\Delta f = kV_m$$

$$m = \frac{4LSL_2}{LSL_1 + LSL_3}$$

$$B = 2(\Delta f + f_m) \qquad B = 2(n \times f_m), n = 2$$

- **أسئلة حول الدرس:**

١. هل نستطيع حساب معامل التضمين عن طريق رسمة ترددات الخرج؟

____

____

____

____

____

٢. عند حساب عرض النطاق من قانون (Carson bandwidth) هل يكون هناك مركبات خارج عرض النطاق؟

____

____

____

____

____

٣. ما هو الفرق بين حساب عرض النطاق بقانون (Carson bandwidth) و (Bessel)؟

- **الاستنتاج:**



أساسيات الاتصالات - عملي

كشف التضمين

الوحدة الخامسة: كشف التضمين

رقم التجربة ١٤

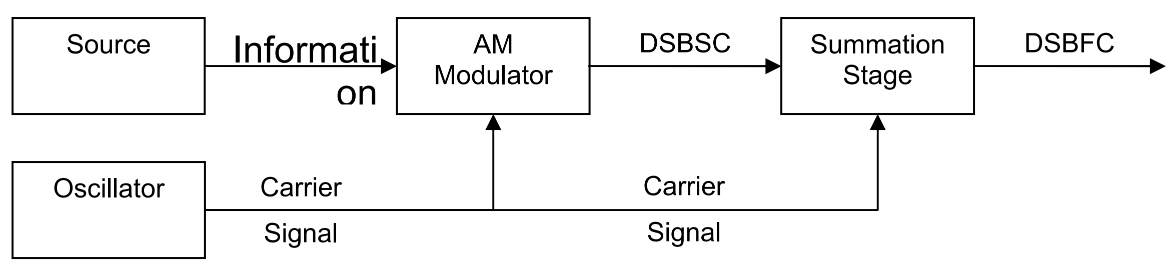
اسم التجربة كشف تضمين السعة (AM demodulation (DSBfc

- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة دراسة كيفية كشف تضمين السعة (AM DSBfc).

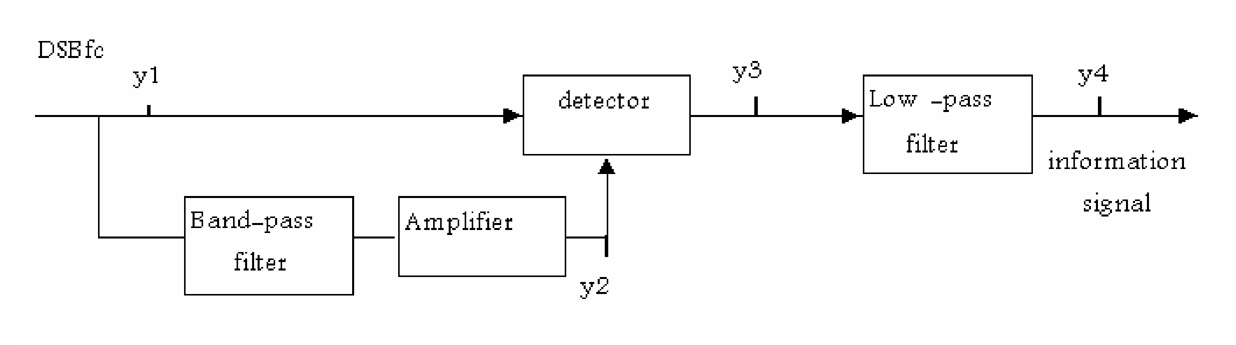
- **الشرح:**

سبق في الوحدة الثالثة دراسة (AM DSBfc) والموضح دائرته في الشكل (١٤-١). وفي هذا الدرس إن شاء الله سوف يكون الحديث عن العملية العكسية للتضمين ألا وهي عملية كشف التضمين (AM demodulation).



(١٤-١)

الإشارة بعد أجراء عملية التضمين يتم إرسالها لأنها أصبحت ذات قيمة عالية، ويتم نقلها من خلال الوسط الناقل، وبعد هذا يتم استقبال الإشارة المضمنة وفي هذه المرحلة يتم عملية كشف التضمين، والشكل (١٤-٢) يمثل دائرة كشف التضمين.



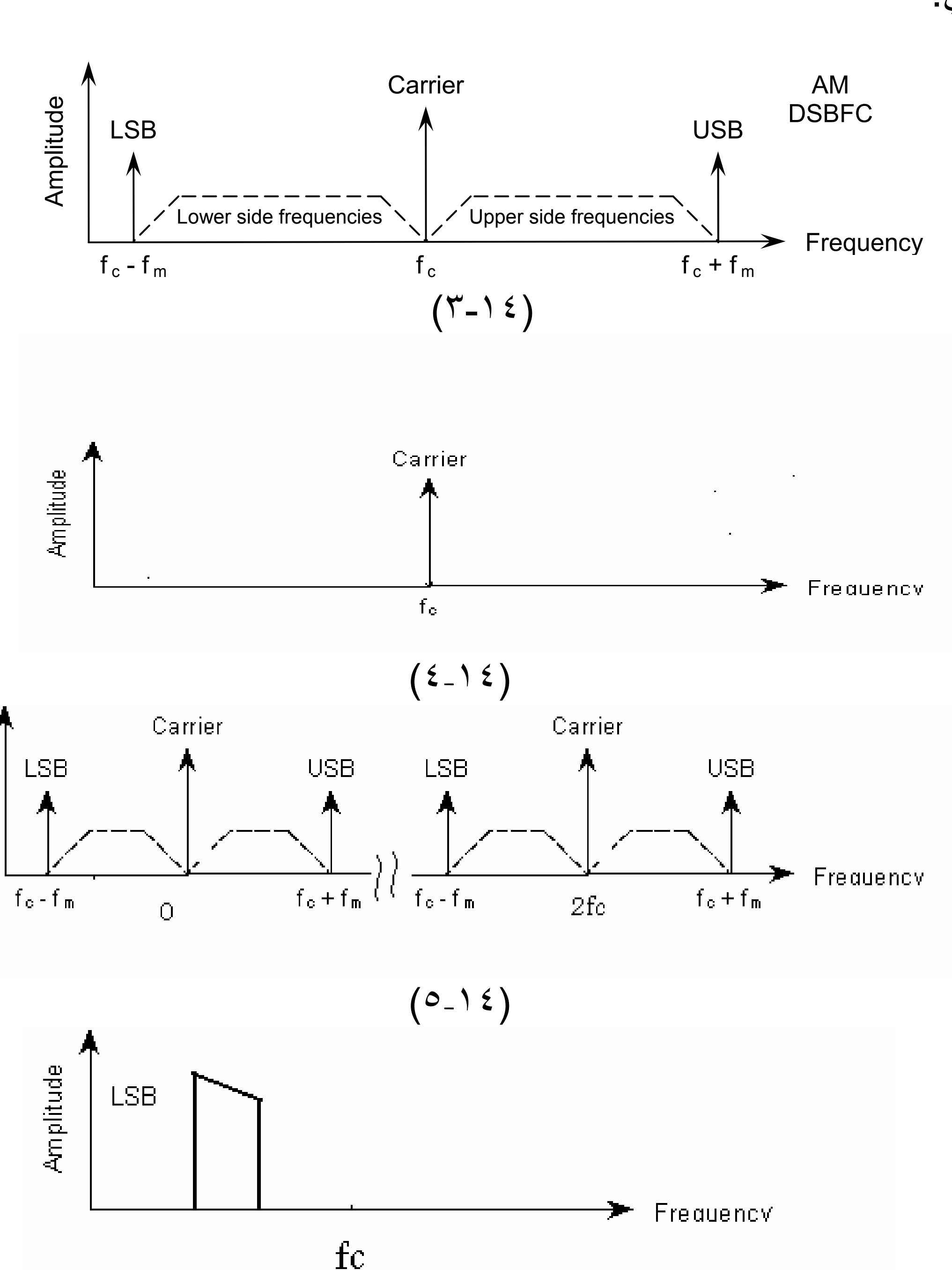
(١٤-٢)

وإذا أخذنا القياس من النقطة (y1) فإن الإشارة المستقبلة سوف تكون على شكل (AM DSBFC) كما هو ظاهر من الشكل(١٤-٣)، ولكي يتمكن المستقبل من كشف التضمين فإنه يجب أن يكون قد تعرف على قيمة إشارة الحامل المرسلة حتى يستطيع التخلص منها. لهذا يتم استخدام (Band-pass filter) حيث تكون وظيفة هذا الفلتر هي إلغاء مركبة (LSB) و(USB) وتبقى إشارة الحامل(fc)، ثم يتم إدخالها على المكبر للرفع من قيمة السعة فإذا أخذنا قياساً من النقطة (y2) التي في

الشكل(٢-١٤) فإنه سوف تظهر مركبة الحامل فقط كما في الشكل(٤-١٤)، وهذا الذي نحتاجه حتى نستطيع كشف التضمين.

ثم يتم إدخال هذه الإشارة على (detector) حيث سوف يقوم بمقارنتها مع الإشارة المستقبلة (AM DSBFC) ومن ثم يتم إزالة إشارة الحامل كما في الشكل(٥-١٤).

وبعد هذا يتم إدخال الإشارة بعد إزالة إشارة الحامل على فلتر(Low-pass filter) وذلك حتى يتم إزالة إحدى المركبتين التي تمثل المعلومة انظر الشكل(٦-١٤). وبعد هذا يمكن تحويل المعلومة إلى شكلها الأصلي.



(٣-١٤)

(٤-١٤)

(٥-١٤)

(٦-١٤)

- **خطوات التجربة:**

١. من خلال الوحدة الخاصة بالإرسال، قم بالآتي:
٢. وصل الدائرة كما في الشكل (١٤-١).
٣. فعل (AM) من خلال شريط المهام.
٤. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على:

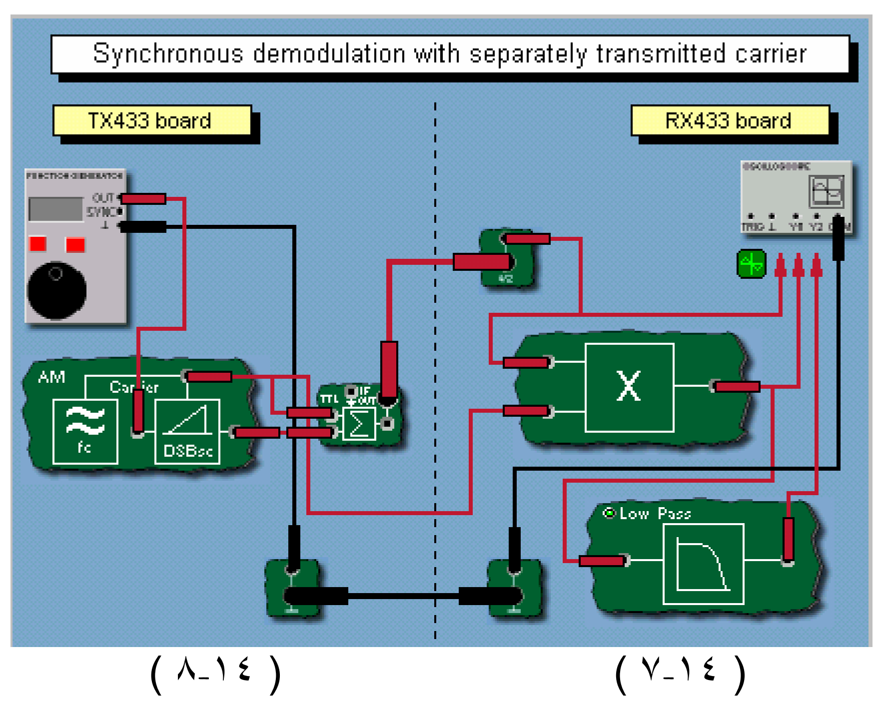
$$\text{Sine-wave, } f_m = 2\text{ kH}_z\text{, } V_{p\text{-}p} = 5\text{ V}$$

٥. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:

$$Y_1/\text{div} = 5\text{ V, } X/\text{div} = 500\ \mu\text{s, curve} = Y_1$$

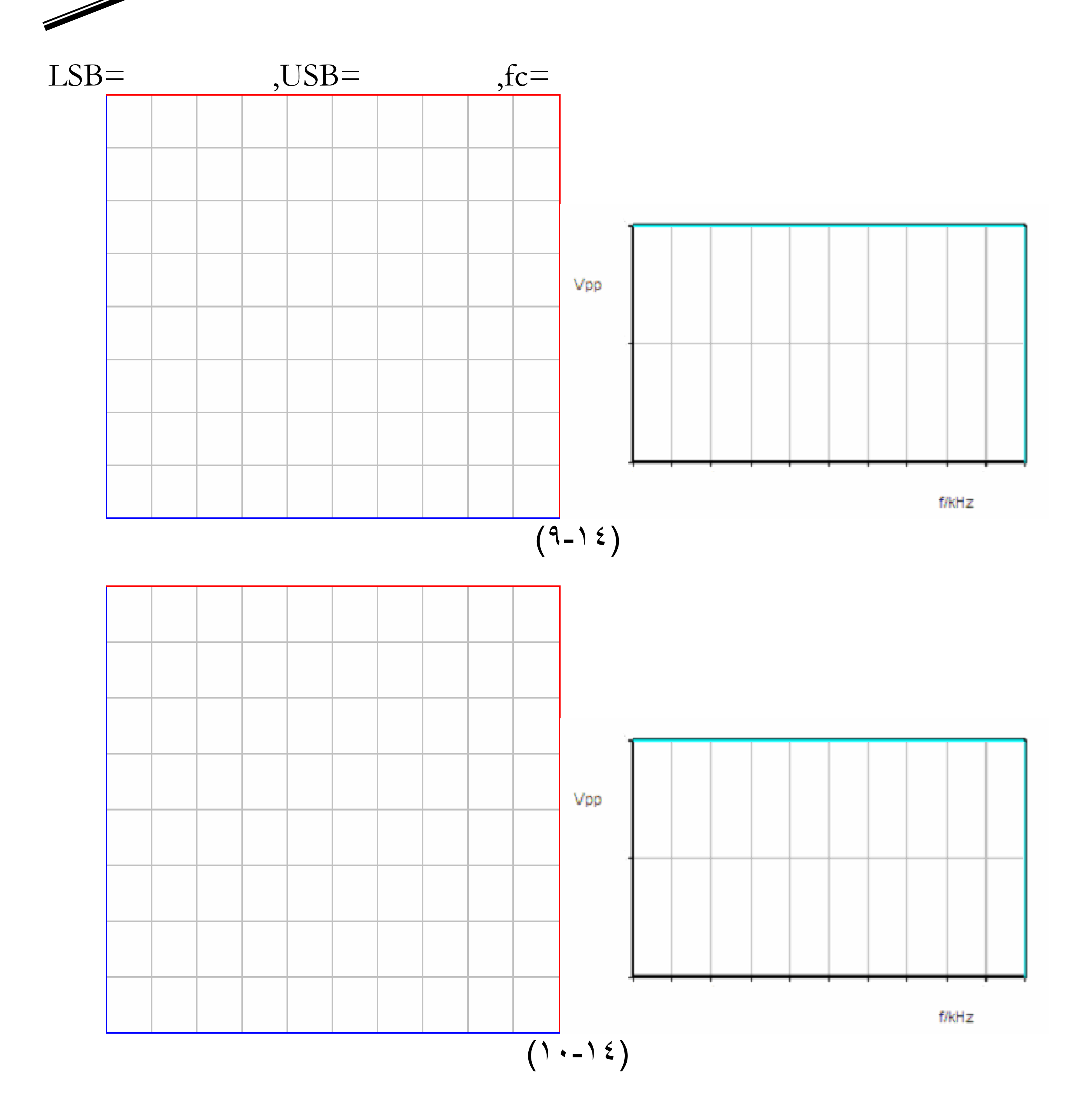
٦. ارسم ناتج عملية التضمين في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (١٤-٧).
٧. قم بحساب قيمة الحامل و(LSB) و (USB).
٨. من خلال الوحدة الخاصة بالاستقبال، قم بالآتي:
٩. وصل الدائرة كما في الشكل (١٤-٢).
١٠. قم برسم الإشارة عند (y1) في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (١٤-٨).
١١. قم بحساب قيمة الحامل و(LSB) و (USB).
١٢. قم برسم الإشارة عند (y2) في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (١٤-٩).
١٣. قم بحساب قيمة الإشارة.
١٤. قم برسم الإشارة عند (y3) في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (١٤-١٠).
١٥. قم برسم الإشارة عند (y4) في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (١٤-١١).
١٦. قم بحساب قيمة الإشارة.
١٧. من خلال الخطوة رقم (٣) قم بتغيير الدالة إلى مثلثة، ثم نفذ باقي الخطوات وانظر إلى تأثيرها.

- **النتائج:**



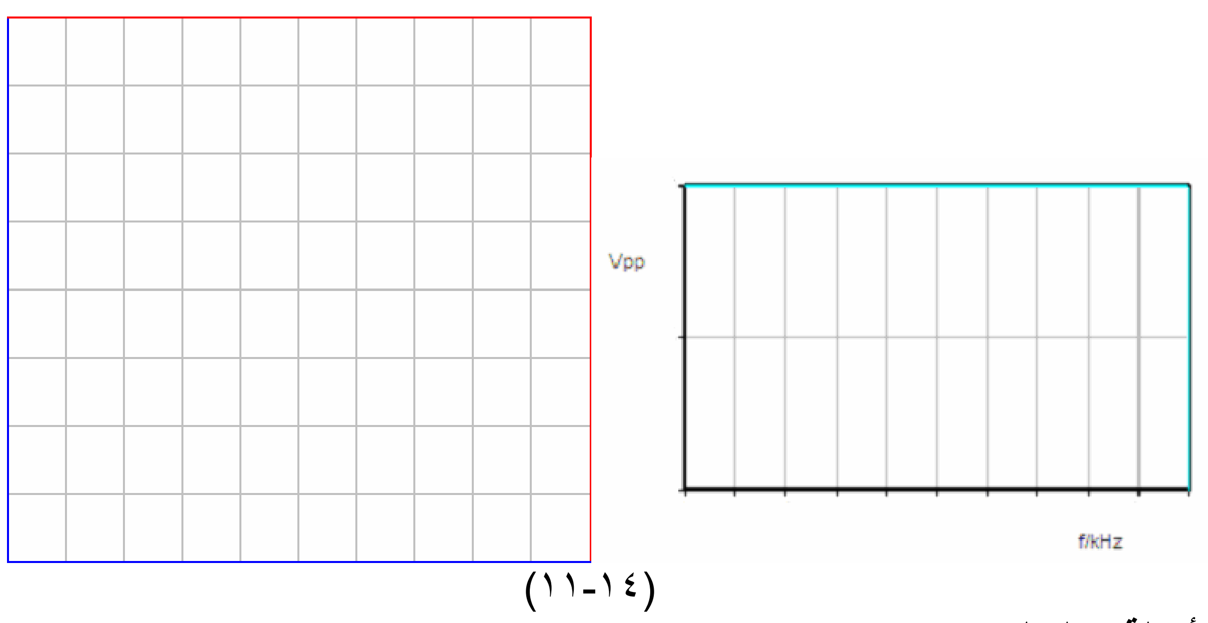
(١٤-٨) (١٤-٧)

LSB= ,USB= ,fc=



(٩-١٤)

(١٠-١٤)



(١٤-١١)

- **أسئلة حول الدرس:**

١. ما هو التردد الذي يجب أن يتعرف عليه المستقبل، حتى يتمكن من كشف الإشارة المستقبلة؟

٢. عند تغيير نوع إشارة المعلومة، ما هو التغير الذي يحصل؟

٣. ما هي وظيفة (detector) في دائرة الاستقبال؟

- **الاستنتاج:**

رقم التجربة ١٥

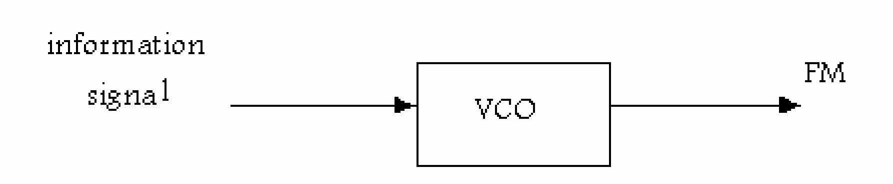
اسم التجربة كشف تضمين التردد (FM demodulation)

- **الهدف من التجربة:**

سوف يتم في هذه التجربة دراسة كيفية كشف تضمين التردد (FM).

- **الشرح:**

سبق في الوحدة الرابعة دراسة (FM) والموضح دائرته كما في الشكل(١٥-١). وفي هذا الدرس إن شاء الله سوف يكون الحديث عن العملية العكسية للتضمين ألا وهي عملية كشف التضمين (FM demodulation).



(١٥-١)

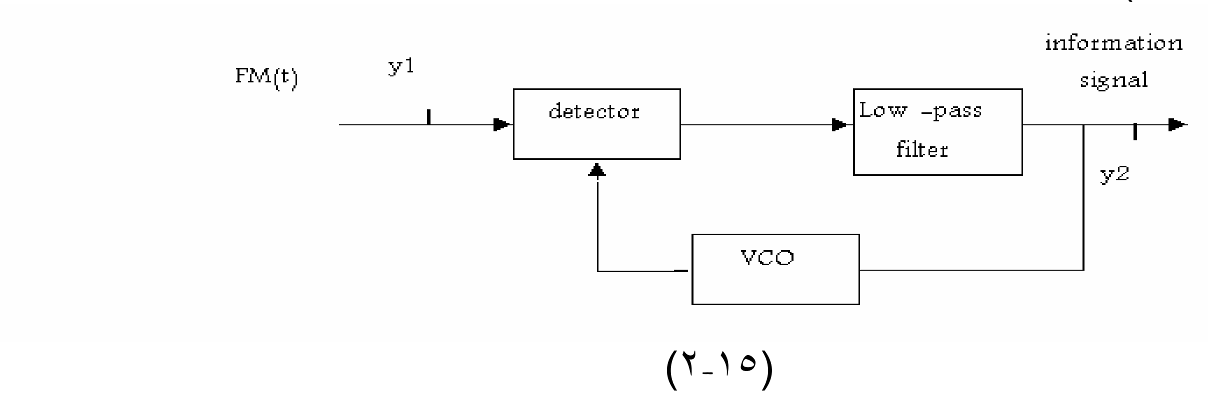
و سبق في الوحدة الرابعة أنه يمكن تمثيل تضمين التردد رياضيا من خلال هذه المعادلة:

$$m(t) = V_c \cos[\omega_c t + \theta(t)]$$

$$m(t) = V_c \cos[\omega_c t + m\cos(\omega_m t)]$$

الإشارة بعد إجراء عملية التضمين يتم إرسالها لأنها أصبحت ذات قيمة عالية، ويتم نقلها من خلال الوسط الناقل، وبعد هذا يتم استقبال الإشارة المضمنة وفي هذه المرحلة يتم عملية كشف التضمين،

والشكل (١٥-٢) يمثل دائرة كشف التضمين:

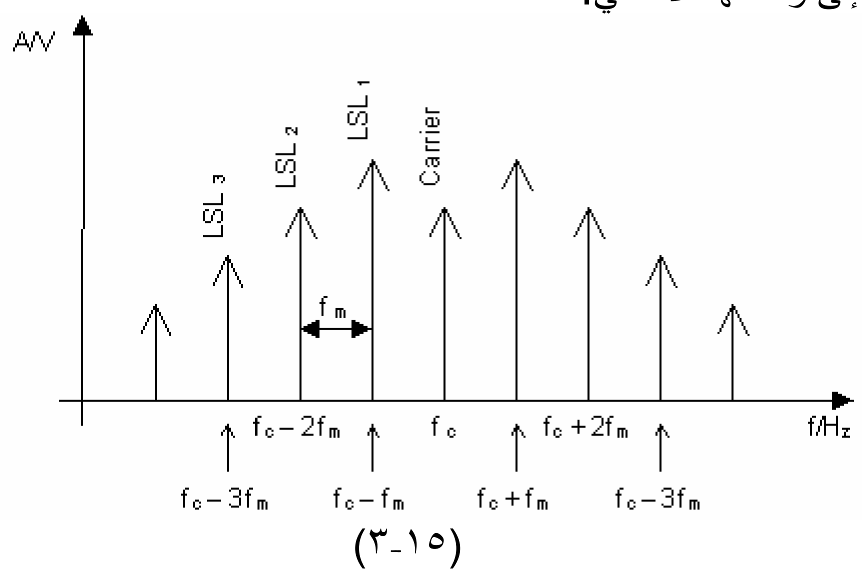


(١٥-٢)

حيث تتكون دائرة كشف تضمين(FM):

(VCO),(phase detector),(Low-pass filter)

وسوف تكون الإشارة الداخلة على المستقبل (y1) عبارة عن الإشارة المضمنة(FM) كما في الشكل (١٥-٣). ومن ثم سوف يقوم (phase detector) بالمقارنة في خطأ الإزاحة بين الإشارة المستقبلة و خرج (VCO). ويقوم الفلتر بأخذ أحد مركبات إشارة المعلومة. ومن ثم يمكن تحويل الإشارة إلى وضعها الأصلي.



(١٥-٣)

- **خطوات التجربة:**

١. من خلال الوحدة الخاصة بالإرسال، قم بالأتي:
٢. وصل الدائرة كما في الشكل (١٥-١).
٣. فعل (FM) من خلال شريط المهام.
٤. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :

$$DC, V_{DC} = 0\ V$$

٥. افتح جهاز (frequency counter) واضبط لوحة التحكم على: trigger = +Y1
٦. اجعل المقاومة المتغيرة للسعة على أعلى قيمة.
٧. اضبط المقاومة المتغيرة للتردد بحيث يكون تردد الخرج للمذبذب ($10kH_z$)
٨. اضبط لوحة التحكم على: trigger = OFF
٩. عن طريق مولد الإشارة اضبط إشارة المعلومة على :

$$\text{Sine-wave}, V_{p\text{-}p} = 20\ V, f_m = 1\ kH_z, V_{DC} = 0\ V$$

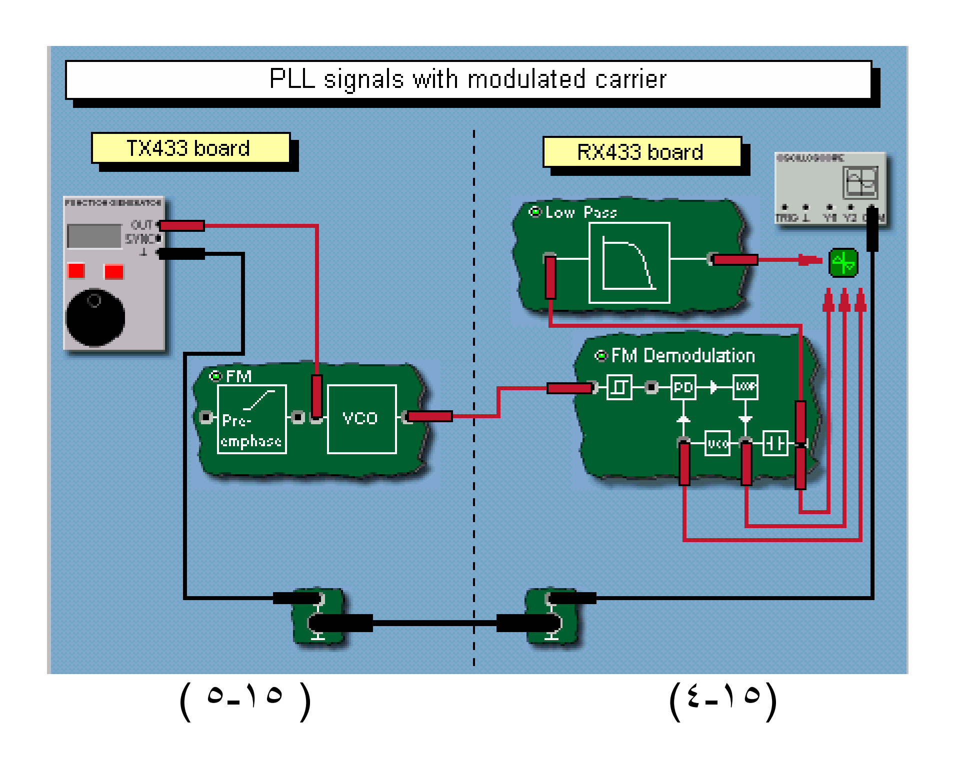
١٠. افتح جهاز (FFT) واضبط لوحة التحكم على:

$$curve = Y_1, f_{min} = 0\ kH_z, f_{max} = 20\ kH_z, Y_1/div = 5V, X/div = 200\mu s.$$

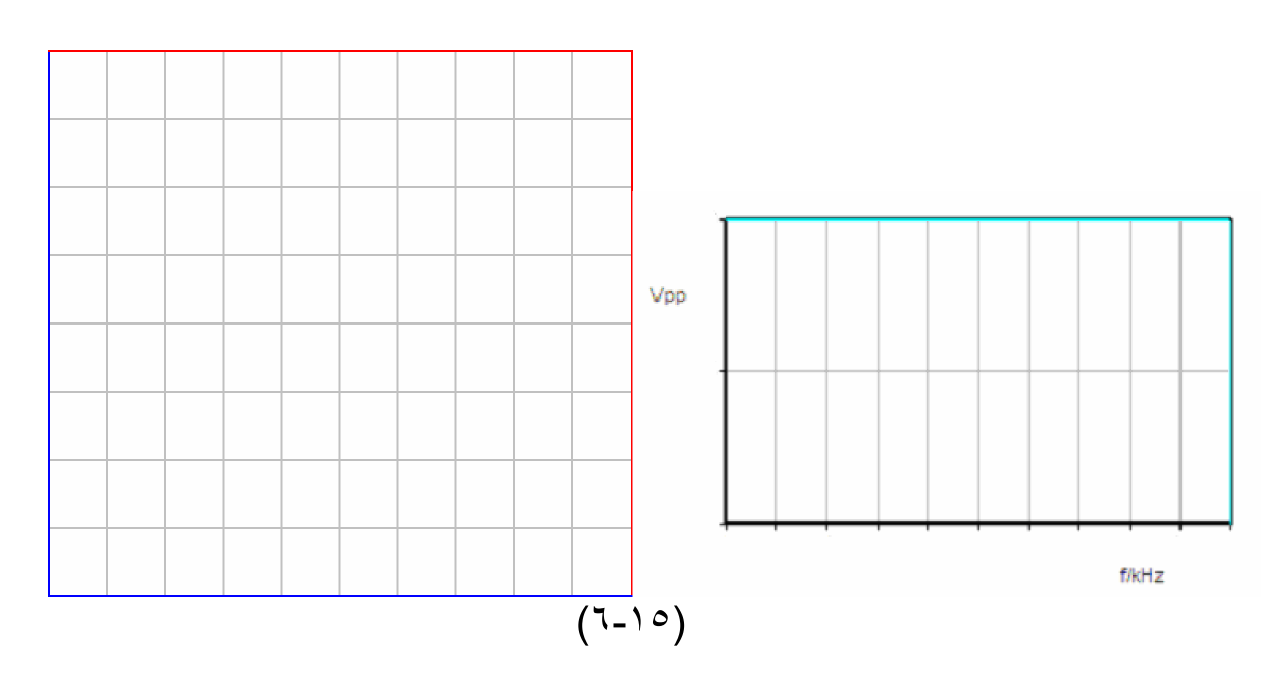
١١. ارسم ناتج تضمين التردد في نطاق الزمن والتردد، في الشكل (١٥-٤).
١٢. من خلال الوحدة الخاصة بالاستقبال، قم بالأتي:
١٣. وصل الدائرة كما في الشكل (١٥-٢).
١٤. قم برسم الإشارة عند (y1) في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (١٥-٥).

١٥. قم برسم الإشارة عند (y2) في نطاق الزمن و التردد ، في الشكل (١٥-٦).
١٦. من خلال الخطوة رقم (٣) قم بتغيير الدالة إلى مثلثة، ثم نفذ باقي الخطوات وأنظر إلى تأثيرها.

- **النتائج:**



(٤-١٥)　(٥-١٥)



(٦-١٥)

- **أسئلة حول الدرس:**

١. هل قيمة السعة للحامل مهمة لكشف عملية التضمين في مرحلة الاستقبال؟

٢. ما هي وظيفة (phase detector) في دائرة الاستقبال؟

• **الاستنتاج:**

المراجع

Wayane Tomasi `` Electronic communication systems fundamental through advanced `` .

Schaum's outlines `` Analog and digital communications`` McGraw Hill (1993).

Horld B. Killen `` Communication techniques`` Macmilan publishing company New York (1985).

Louis E. Frenzel `` Communication electronics principles and applications`` McGraw Hill 3 rd edition (2000).

Gary M. Miller`` Modern electronic communications`` Prentice Hall International Inc (1996).

Dornhofer G. and Nies A. ``STE 6.1.6 High frequency circuits using plug in system electrical engineering and electronics`` Lybold Didactic GMBH (1990).

Lathi B.P. `` Modern digital communication systems`` second edition, Rinehart and Winston Inc., Orlando 32887 (1989). The translated copy by. Dr. Ibrahim El khadi, Dr. Abdelaziz El rouisi amd Dr. Adel Ali `` King Saoud University``.

Saad Ali El Haj Bakri and Mohamad abderhman El harbi`` Intoduction to communication`` King Saoud university (1988).

المحتويات

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم
المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة
GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

BAE SYSTEMS